Gérard Laurent

Cours de TÉLÉVISION

Alimentation à découpage
balayage ligne et trame

Tome 2

DUNOD

Gérard Laurent

Cours de TÉLÉVISION

Alimentation à découpage, balayage ligne et trame

Tome 2

DUNOD

Tome 2

Alimentation à découpage, Balayage ligne et trame

PREMIÈRE PARTIE

ORGANISATION FONCTIONNELLE DU TÉLÉVISEUR

Évaluation des fonctions 1
Conclusion 3

ALIMENTATION À DÉCOUPAGE

Mise en situation : distribution des alimentations 5
Éléments R-L-C et énergie mise en jeu 9
Le transformateur et les modes de transfert 16
Les quatre temps du cycle de découpage 24
Alimentations auto-oscillante et synchrone 28
La commande du transistor de découpage 33
APPLICATION À L'ÉTUDE DE CHÂSSIS DE TÉLÉVISEUR **43**

FONCTION SERVICE, GÉNÉRATEUR « PETITS SIGNAUX »

Mise en situation 95
Oscillateur ligne (vidéo 50 Hz) 96
Oscillateur trame (vidéo 50 Hz) 99
Fonctions spéciales 102
Sandcastle *ou* super sandcastle *(SSC)* 104
Fonction service de type « numérique » 106
Particularités liées à l'utilisation du « DPU » en télévision numérique 109
POINT DE REPÈRE N° 3 ..... **113**

BALAYAGE LIGNE ET CIRCUITS ASSOCIÉS

Mise en situation 123
Commande de l'étage de puissance ligne 126
Balayage ligne (déflexion horizontale) 131
Correction des défauts de géométrie 136
Transformateur ligne et circuits associés 144
Balayage ligne à 31 250 Hz (vidéo 100 Hz) 156

BALAYAGE TRAME ET CIRCUITS ASSOCIÉS

Mise en situation 159
Balayage trame à amplificateur classe AB 161
Balayage trame découpé à fréquence ligne 172
Circuits de sécurité associés au balayage trame 175
Défaut de coussin et correction nord-sud 177
Balayage trame 100 Hz en « vidéo 100 Hz » 179

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE DE DYSFONCTIONNEMENT N° 1

Image instable en réception d'une chaîne 181

ÉTUDE DE DYSFONCTIONNEMENT N° 2

Bande surbrillante horizontale 186

ÉTUDE DE DYSFONCTIONNEMENT N° 3

Défaut de linéarité verticale 188

ÉTUDE DE DYSFONCTIONNEMENT N° 4

Défaut de linéarité verticale 192

ÉTUDE DE DYSFONCTIONNEMENT N° 5

Écran noir 193

ÉTUDE DE DYSFONCTIONNEMENT N° 6

Écran partiellement noir ou écran noir 196

ÉTUDE DE DYSFONCTIONNEMENT N° 7

Écran noir, LED de veille allumée 202

ÉTUDE DE DYSFONCTIONNEMENT N° 8

Écran noir, LED de veille éteinte 208

ANNEXE 1 - BROCHAGE DES TRANSITORS ET COMPOSANTS DISCRETS USUELS

Transistors et composants classiques 223

CMS, chips 224

ANNEXE 2 - RÉCAPITULATIF DES PRINCIPAUX SYMBOLES UTILISÉS

..... 225

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

..... 229

AVANT-PROPOS

Cet ouvrage, en deux volumes, s'adresse d'abord aux techniciens et aux étudiants se préparant aux métiers de l'installation et de la maintenance des matériels audiovisuels. Cet ouvrage intéresse aussi les futurs techniciens chargés de la production industrielle.
L'environnement (technique et économique) et la fonction d'usage du téléviseur ont changé. Après les hésitations et les errances vers la télévision haute définition (dont on ne verra sans doute pas le jour avant l'an 2005), de nouveaux procédés de transmission des signaux de télévision et de stockage des images sont mis au point : ils sont basés sur la numérisation et la compression du signal vidéo. Enfin, on cherche à améliorer, au niveau du téléviseur lui même, la qualité de l'image restituée : c'est l'IDTV (*Improved Definition TéléVision*).

TOME 1

L'évolution des produits ne permet plus qu'on ignore les concepts déjà mis en place en matière de fonctions ou de circuits. Pour ne pas être seulement un catalogue de solutions technologiques actuellement développées, cet ouvrage tend à mettre en évidence les nouveaux modes de fonctionnement du téléviseur :
- asservissement de la voie vidéo et du tube cathodique,
- traitement analogique ou numérique du signal vidéo,
- image au format 4/3 ou 16/9,
- vidéo 100 Hz, compression de données, incrustation, S-VIDEO, etc.
- alimentation à découpage, châssis monotransformateur,
- asservissement des signaux de balayage, numérisation des fonctions,
- circuits de puissance ligne et puissance trame, sécurités.

TOME 2

Chaque analyse de fonction est conduite à partir de structures réelles dont on n'a retenu que les éléments essentiels afin de simplifier le propos pour le rendre plus facilement assimilable.
Tout au long de l'élaboration de chaque chapitre, le souci de prendre en compte la réalité du terrain a été permanent, tant au niveau du vocabulaire utilisé par les professionnels que par l'analyse des pannes rencontrées en *Service Après Vente*.
Les mesures et oscillogrammes pertinents, réalisés sur les châssis et étayant la théorie des circuits, permettent au lecteur de se construire des points de repère, lesquels sont indispensables en fabrication et lors des opérations de maintenance ou de remise en conformité.

Chaque tome est organisé en deux parties :

1. La première partie doit permettre au lecteur d'acquérir une vision globale des solutions techniques utilisées dans les récepteurs de télévision, étudie les fonctions et les circuits mis en œuvre et prépare à l'inévitable évolution des techniques utilisées tout en privilégiant l'approche habituelle au technicien de maintenance.
2. La seconde partie montre comment analyser les causes de dysfonctionnement. Elle permet de mettre en œuvre des instruments de diagnostic. Après une phase d'observation, le lecteur est amené à intervenir sur le téléviseur.

Il faut remercier les sociétés GRUNDIG, NOKIA, PHILIPS, SONY, THOMSON, et messieurs les techniciens de la région Lorraine opérant en SAV, sans qui ce travail n'eut pas été possible.

À Julien, qui, en d'autres lieux, me permit de découvrir la Télévision.

CHAPITRE 1
ORGANISATION FONCTIONNELLE DU TÉLÉVISEUR

ÉVALUATION DES FONCTIONS

Considérons les récepteurs de télévision dans leur ensemble. Des fonctions d'usage sont spécifiques à chacun d'eux et compte tenu des normes et standards, on construit une organisation fonctionnelle typique répondant aux impératifs suivants :

• Exécuter et rendre compte des ordres donnés par l'utilisateur. La procédure doit être conviviale. La fonction gestion (fig. 1), organisée autour d'une structure micro-informatique répond à ce soucis.

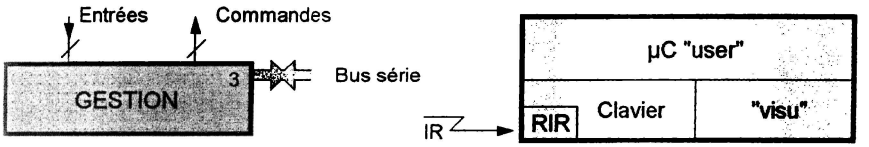


Fig. 1 : Fonction gestion, équipée des interfaces de communication.

• Assurer le fonctionnement de la fonction gestion quand le téléviseur est configuré en mode veille. L'alimentation principale (fig. 2) fournit alors la tension nécessaire à la gestion.

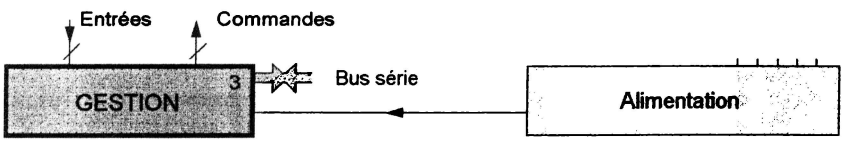


Fig. 2 : La fonction gestion est alimentée en mode veille.

• Démarrer le fonctionnement du tube cathodique (pour simplifier, nous ne considérons que les châssis équipés d'un tube cathodique). Pour établir le fonctionnement du tube cathodique (fig. 3), il faut activer les fonctions suivantes :

– démarrer les générateurs ligne et trame, internes à la fonction service ; les signaux de commande ligne et de commande trame sont appliqués à la fonction de puissance de ligne et trame, cette fonction assurant le balayage ligne et le balayage trame,

– produire les tensions nécessaires à *l'allumage* des canons du tube cathodique ; ces tensions sont produites par des circuits associés à la fonction *puissance ligne*,

– l'énergie permettant le démarrage et le fonctionnement des circuits de puissance est fournie par l'alimentation principale (passage du mode veille ou arrêt au mode marche ou mode télévision).

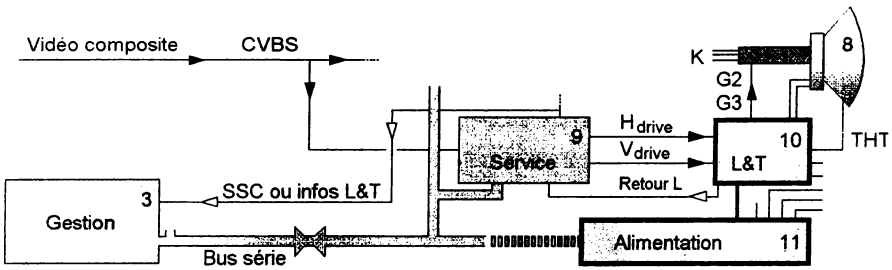


Fig. 3 : Fonctions nécessaires au démarrage du tube cathodique.

Le démarrage des circuits de la fonction service peut être contrôlé par la fonction gestion. Quand c'est le cas, les procédures de fonctionnement peuvent être contenues dans une mémoire EEPROM interne à la fonction gestion.
Les circuits internes à la fonction service sont en partie des circuits d'asservissement de type PLL. En l'absence de signal vidéo composite CVBS, les fréquences générées par les générateurs ligne et trame sont libres (de l'ordre de 15 625 Hz pour la fréquence ligne et de l'ordre de 50 Hz pour la fréquence trame, le téléviseur considéré étant de type 50 Hz).

REMARQUE Un circuit d'asservissement est essentiellement constitué par une boucle. Un *circuit d'action* est équipé d'une bobine produisant la déviation du *spot* sur l'écran, quand il s'agit, par exemple, du circuit de déviation ligne. Un *circuit de retour* mesure l'effet produit.
L'asservissement consiste à comparer l'effet produit par *l'actionneur* à une valeur de consigne ou de référence, cette grandeur ayant une origine extérieure au circuit (donnée par le signal CVBS, par exemple).

• Sélectionner, amplifier et transposer en bande de base les signaux hautes fréquences (VHF, UHF, etc.) issus de l'antenne (fig. 4). Après démodulation, les signaux AF (audiofréquences) et CVBS (vidéofréquences) sont :
– appliqués en entrée de la fonction commutation,
– disponibles en sortie sur la prise Péritel (ou SCART).

• Choisir la source audiovisuelle qui sera appliquée sur les circuits de traitement vidéo et de traitement audio (fig. 5). C'est le rôle de la fonction commutation, cette fonction étant sous le contrôle de la fonction gestion.

La fonction Péri-Télévision (2) se compose des interfaces permettant l'incrustation d'image secondaire dans l'image principale (PIP – *Picture In Picture*) ou des circuits Télétexte ou encore des décodeurs (PAL + par exemple) et autres décripteurs. Les liaisons vers d'autres sources audio-visuelles sont réalisées par l'intermédiaire de prises normalisées ou non. Traiter les signaux vidéo et audio de façon à les rendre compatibles avec l'organe de visualisation (tube cathodique) et les transducteurs électroacoustiques (haut-parleurs ou enceintes acoustiques). Les circuits de traitement sont asservis à la fonction gestion (indexation des contenus aux réglages de l'utilisateur).

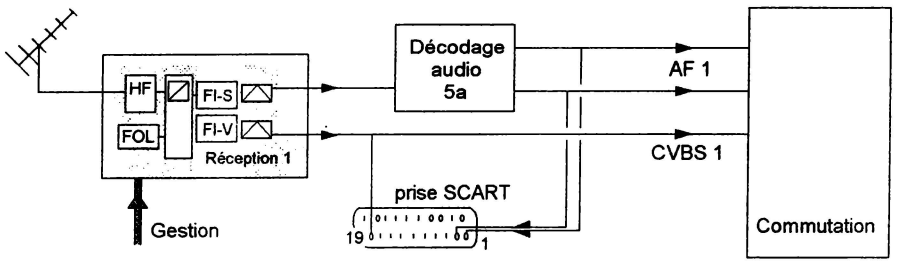


Fig. 4 : Fonction réception et éléments associés.

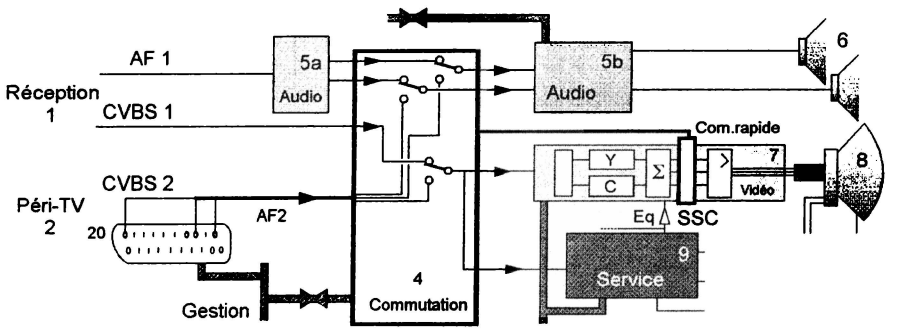


Fig. 5 : Commutation et traitement des signaux audio et vidéo.

CONCLUSION

La figure 6 résume l'organisation fonctionnelle du téléviseur.
À cela, il faut ajouter l'automatisme de la mise en route et de la gestion des informations de réglage contenues dans la fonction gestion. Ces derniers aspects mettent en évidence l'importance des procédures de fonctionnement mises en œuvre : c'est l'aspect *software* représenté figure 7.

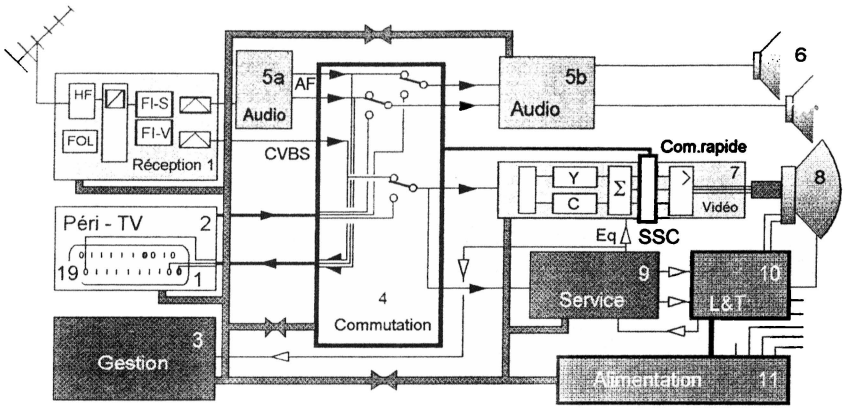


*Fig. 6 : **Organisation fonctionnelle du téléviseur.***

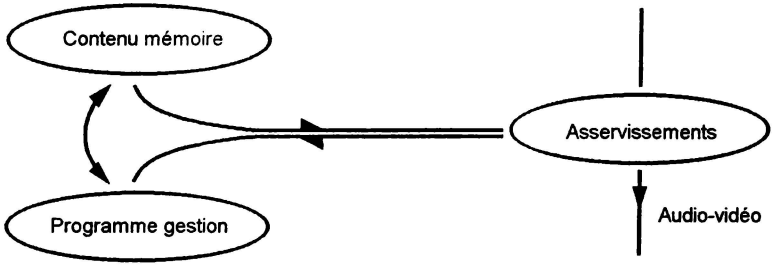


*Fig. 7 : **Illustration de l'aspect software du fonctionnement.***

CHAPITRE 2
ALIMENTATION À DÉCOUPAGE

MISE EN SITUATION : DISTRIBUTION DES ALIMENTATIONS

Les énergies consommées dans un téléviseur se répartissent approximativement de la façon suivante :
- 50 % sont nécessaires au fonctionnement du tube image,
- 30 % sont nécessaires à la voie son (son stéréo, *surround*),
- 20 % sont nécessaires aux autres fonctions du téléviseur.

L'emploi du tube cathodique comme transducteur permettant la synthèse de l'image impose la réalisation des alimentations nécessaires à son fonctionnement suivantes :
- alimentation du filament (6,3 V alternatif) pour le chauffage de la cathode,
- production de la très haute tension THT (24 à 32 kV) redressée et filtrée pour la post-accélération du faisceau,
- tension intermédiaire de concentration ou *focus* et tension d'accélération *G2* redressée et filtrée (anode).

D'autre part, il est bon de rappeler que les amplitudes de la déviation horizontale et de la déviation verticale dépendent directement de la très haute tension de post-accélération THT. Il est donc nécessaire que la production de la tension THT soit régulée, de façon à conserver une dimension des images constante et indépendante du contenu (lumière).
Parmi les autres tensions nécessaires au fonctionnement du téléviseur, on peut citer les valeurs particulières de :
- l'alimentation des étages de puissance ligne (qu'on appellera L'ligne sur le schéma de la figure 1) et production de la très haute tension (THT), parfaitement régulée et de l'ordre de 100 V à 155 V selon les formats de tube,
- l'alimentation des étages vidéo de puissance, haute tension (notée HT sur la figure 1) de 150 V à 200 V en fonction du tube cathodique utilisé.
- l'alimentation nécessaire au fonctionnement du *tuner* (V_{CI}) et plus particulièrement à la commande des diodes varicap (*Uvaricap*) assurant la syntonisation. Cette tension, parfaitement stabilisée est de l'ordre de 20 V à 35 V,
- l'alimentation très précise de la gestion : V_{DD} = 5 V. À noter que cette tension existe lorsque le téléviseur est en veille.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

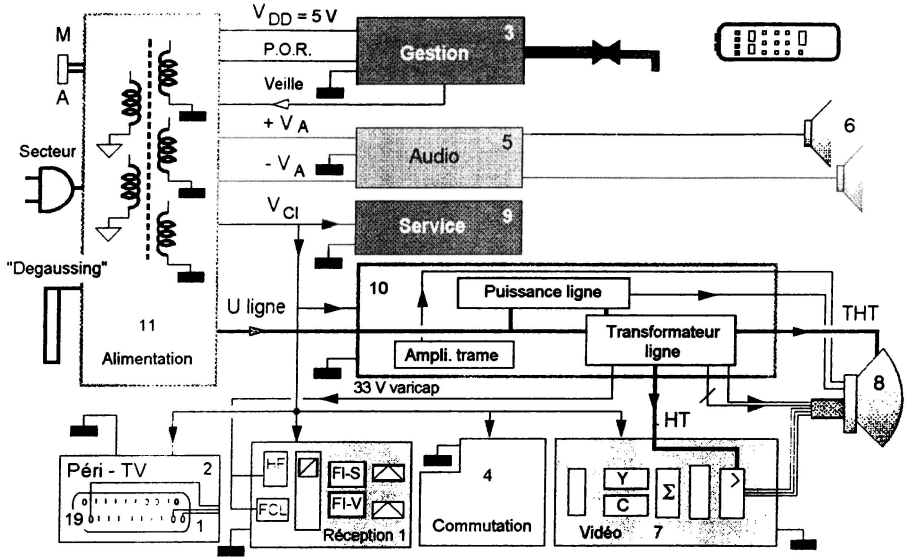


Fig. 1 : Distribution des alimentations dans le téléviseur.

Dans les téléviseurs autres que portables, la philosophie dominante actuelle conduit à l'organisation fonctionnelle mise en évidence sur le schéma de la figure 1.

Les alimentations sont produites à partir de deux types d'alimentation.

Alimentation principale

Elle est réalisée en partant du secteur :

- elle permet, par l'emploi d'un transformateur, l'isolement galvanique du châssis par rapport au secteur,
- fabrication du 5 V régulé nécessaire à la gestion et la fabrication des tensions de démarrage (à partir de l'état de veille),
- les autres tensions produites peuvent être régulées (ce qui est le cas dans 90 % des applications).

Alimentation auxiliaire

Elle est organisée autour de l'étage de puissance ligne, sur la base du transformateur ligne.

Principe de fonctionnement de l'alimentation à découpage

Afin d'obtenir un rendement élevé, un commutateur découpe la tension redressée et filtrée directement issue du secteur (fig. 2). Pour réduire l'encombrement des éléments utilisés, la fréquence de découpage est relativement élevée (elle peut atteindre 120 kHz dans certaines applications).

Quelles que soient les structures mises en œuvre. on trouve les caractéristiques de fonctionnement suivantes :
• accumulation d'une quantité d'énergie (dans un transformateur ou dans une bobine) égale à la consommation des circuits de charge,
• transfert et charge d'un élément de stockage (condensateur de forte capacité) avec une quantité d'énergie directement en fonction de l'énergie consommée par les circuits de charge ou les fonctions alimentées,
• le temps d'accumulation et le temps de transfert constituent les éléments *minima* du cycle élémentaire de fonctionnement ou période de découpage,
• le temps d'accumulation est très inférieur à la durée du cycle élémentaire de fonctionnement (période de découpage). Le temps d'accumulation ou la durée d'accumulation est asservi à la mesure de la tension à obtenir.
• la quantité d'énergie transférée à l'organe de stockage (condensateur *via* la diode de redressement sur le secondaire) est la totalité de l'énergie accumulée dans le transformateur. La durée de transfert de l'énergie est libre et est fonction de la quantité d'énergie accumulée (donc, en fait, de la consommation du téléviseur).

Deux types d'alimentation à découpage sont utilisées :
• l'accumulation et le transfert de l'énergie sont simultanés, l'alimentation est dite *forward*,
• l'accumulation et le transfert de l'énergie sont alternés, l'alimentation est dite *fly-back*.

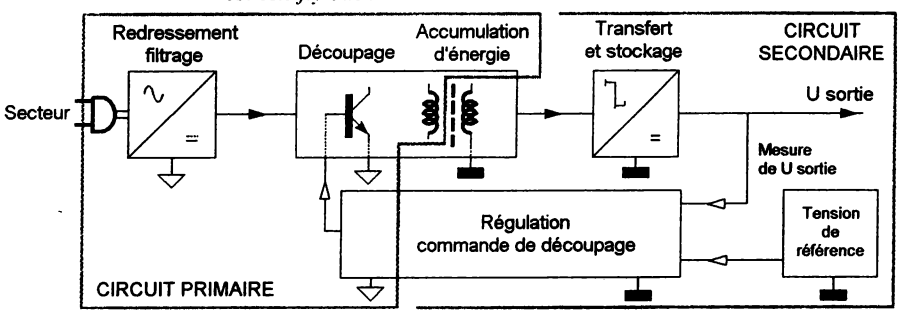


Fig. 2 : Organisation fonctionnelle d'une alimentation à découpage régulée.

Généralement, dans la fonction *redressement-filtrage*, un pont de diodes (pont de Graetz) réalise un redressement double alternance. La tension ainsi obtenue est ensuite filtrée par un condensateur (de 200 µF à 470 µF). Une tension continue de l'ordre de 300 V est alors disponible en entrée du circuit de *découpage et d'accumulation* (fig. 3). Cet ensemble constitue le circuit primaire de l'alimentation. Il n'y a pas d'isolation galvanique par rapport au secteur. La masse est dite primaire. Il est conseillé de prendre les précautions réglementaires avant d'intervenir sur ces circuits.

Le circuit de découpage est réalisé autour d'un composant de puissance (transistor) fonctionnant en saturé-bloqué. Quand le transistor est saturé, un courant croissant circule dans le primaire du transformateur ; l'énergie accumulée est proportionnelle au temps de saturation du transistor.
Les premières générations de transistor de découpage étaient des transistors de puissance de type BU****. Le nom est resté en usage et le professionnel parle de *BU-alim.* pour désigner le transistor de découpage de l'alimentation principale.

Le transformateur, et plus particulièrement l'enroulement primaire, constitue l'élément d'accumulation de l'énergie. Les caractéristiques électriques du transformateur dépendent aussi de la fréquence de découpage (supérieure ou égale à 15 625 Hz). Il est inutile d'avertir les amateurs que ce transformateur *ne peut être récupéré* pour être branché directement sur le secteur !

Les circuits secondaires assurent (entre autres fonctions) le transfert et le stockage de l'énergie dans des condensateurs dont la capacité est calculée en fonction des courants consommés par les autres circuits du téléviseur. Les circuits secondaires sont isolés galvaniquement du secteur quand on utilise un transformateur comme élément d'accumulation de l'énergie. Les circuits secondaires sont référencés par rapport à une masse dite secondaire ou masse isolée du châssis.
Les circuits de commande primaire et secondaires sont réalisés autour de composants à semiconducteur. Il est nécessaire de les polariser pour assurer convenablement leur fonctionnement : c'est le rôle des alimentations de service primaire et secondaire.

Le schéma de la figure 3 donne l'organisation structurelle typique d'une alimentation à découpage organisée autour d'un transformateur.
En mode veille (*stand by*), les tensions d'alimentation des étages de puissance (Uligne, Uson) doivent tomber très en dessous de leurs valeurs nominales. De même, on ne doit plus permettre le démarrage de la fonction service (oscillateurs ligne et trame).
Par contre, il faut conserver le 5 V nécessaire au fonctionnement de la gestion (le 5 V est l'alimentation du microcontrôleur) et les alimentations de service nécessaires au primaire et au secondaire de l'alimentation à découpage.

Quand le téléviseur n'utilise pas un circuit d'alimentation propre au mode veille, l'alimentation à découpage est elle-même configurée en veille. Son mode de fonctionnement en sous-régime est déterminé par un mode de découpage particulier. Des salves de découpage sont appliquées sur la base du BU-alim. Un circuit de régulation (primaire) limite la durée des salves ou détermine la fréquence des salves.

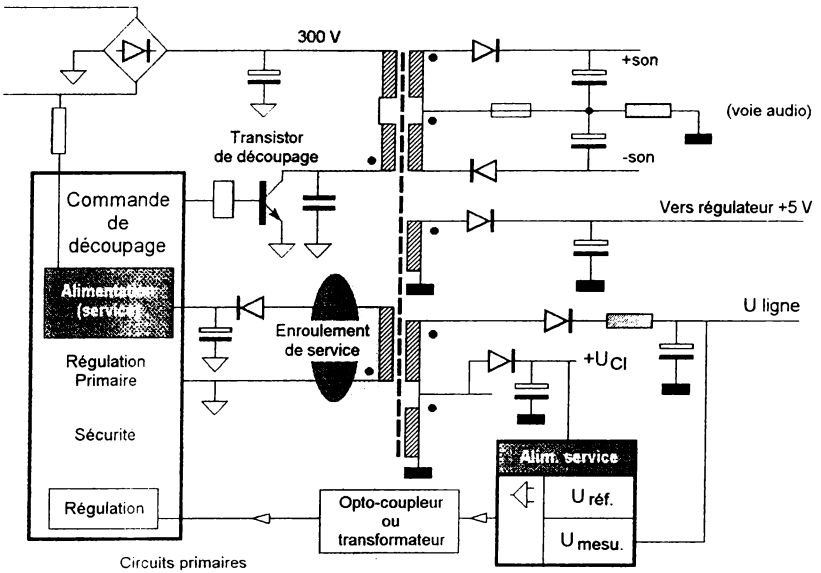


Fig. 3 : Structure simplifiée de l'alimentation à découpage.

ÉLÉMÉNTS *RLC* ET ÉNERGIE MISE EN JEU

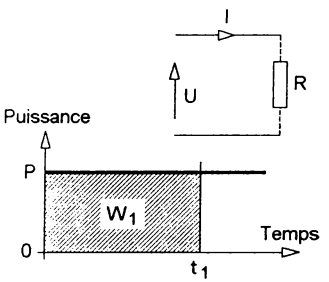


Fig. 4 : Puissance dissipée dans une résistance alimentée en continu.

Résistance en régime continu

Loi d'Ohm : $U = R \cdot I$

La puissance dissipée par R est donnée par la relation :

$P = U \cdot I$ = constante, quel que soit l'instant considéré.

l'élément R est toujours récepteur d'énergie,

la puissance est toujours positive,

l'énergie $W = P \cdot t$ transformée par effet Joule est représentée par l'aire ombrée de la figure 4,

au temps $t = t_1$, l'énergie dissipée est $W_1 = Pt_1$.

Circuit purement capacitif en régime sinusoïdal

Le courant *i* est en avance sur la tension *u*, le déphasage est de 90°. Les signaux sont en quadrature (fig. 5).

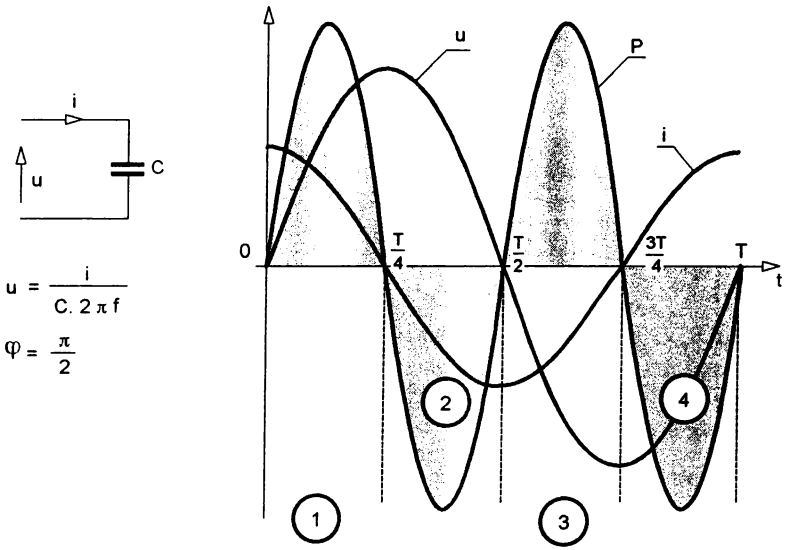


Fig. 5 : Tension, courant, puissance dans un circuit capacitif.

La puissance moyenne dissipée dans un condensateur (supposé idéal et caractérisé par une capacité) est nulle.
Le condensateur est récepteur d'énergie pendant les intervalles 1 et 3 (fig. 5), aux temps [0, *T*/4] et [*T*/2, 3*T*/4] :
• le condensateur se charge, mais il n'y a pas d'énergie dissipée,
• si, à un instant donné, la tension aux bornes du condensateur est *u*, alors l'énergie stockée est $W = (Cu^2)/2$,
• l'énergie est stockée sous la forme de charges électriques sur les armatures,
• l'énergie stockée dans le condensateur est nulle quand la tension est nulle à ses bornes.

Le condensateur est générateur d'énergie pendant les intervalles 2 et 4 (fig. 5), aux temps [*T*/4, *T*/2] et [3*T*/4, *T*] :
• le condensateur se décharge, mais il n'y a pas d'énergie dissipée,
• l'énergie est transférée du condensateur vers le circuit électrique extérieur.

Circuit purement inductif en régime sinusoïdal

Le courant i est en retard sur la tension u, le déphasage est de – 90°. Les signaux sont en quadrature (fig. 6).

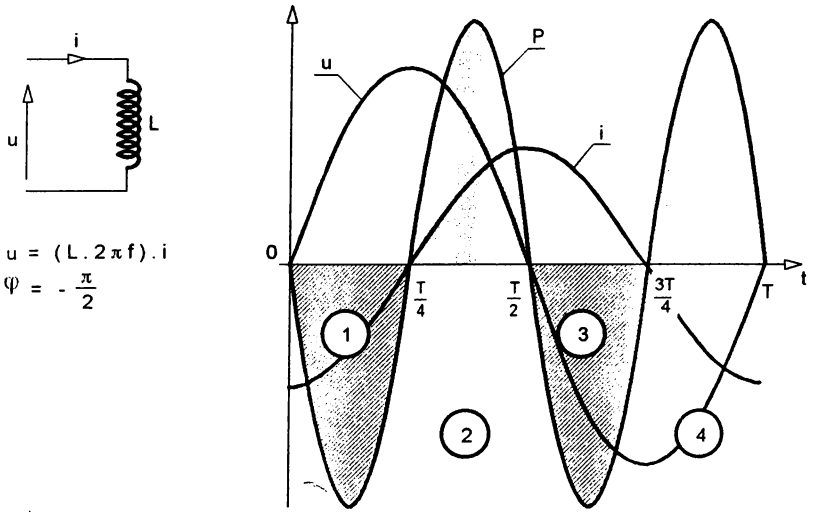


Fig. 6 : Tension, courant, puissance dans un circuit inductif.

La puissance moyenne dissipée dans la bobine (considérée comme une inductance pure) est nulle.
La bobine est réceptrice pendant les intervalles 2 et 4 (fig. 6), aux temps [$T/4$, $T/2$] et [$3T/4$, T] :
• le courant dans la bobine donne naissance à un flux magnétique, correspondant à l'énergie accumulée dans la bobine,
• si, à un instant donné, le courant circulant dans la bobine est i, l'énergie accumulée est alors $W = (Li^2)/2$,
• l'énergie est accumulée sous forme d'énergie magnétique. Si le courant i dans la bobine est nul, l'énergie accumulée est nulle.

La bobine est génératrice pendant les intervalles 1 et 3 (fig. 6), aux temps [0, $T/4$] et [$T/2$, $3T/4$] :
• la bobine est génératrice, mais il n'y a pas d'énergie dissipée,
• l'énergie est transférée de la bobine vers le circuit électrique extérieur.

L'énergie est emmagasinée (fig. 7) :
• dans un condensateur, sous forme électrostatique. Des charges électriques sont stockées sur les armatures,
• dans une bobine, sous forme électromagnétique, de par l'existence du flux généré par la bobine elle-même.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

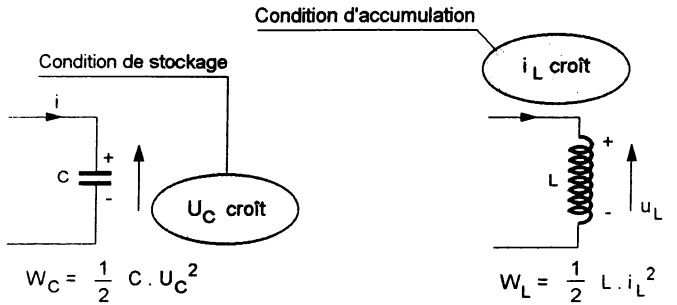


Fig. 7 : Les éléments C et L sont récepteurs.

L'énergie est restituée (fig. 8) :
• lorsque la tension *Uc* aux bornes du condensateur décroît, le condensateur devient alors générateur,
• lorsque le courant *iL* dans la bobine décroît, la bobine devient alors génératrice.

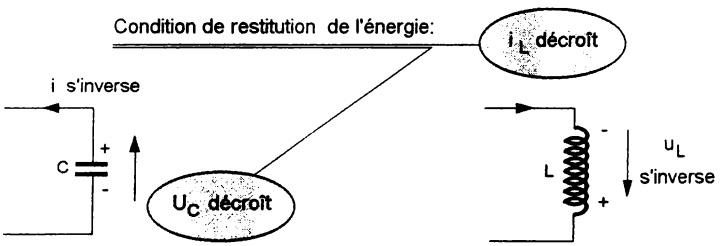


Fig. 8 : Les éléments C et L sont générateurs.

Circuits RC et RL soumis à un échelon de tension U

Les éléments réactifs, condensateur ou bobine, sont récepteurs lorsqu'ils sont soumis à une montée de tension (échelon de tension). Le condensateur ou la bobine se charge en énergie.

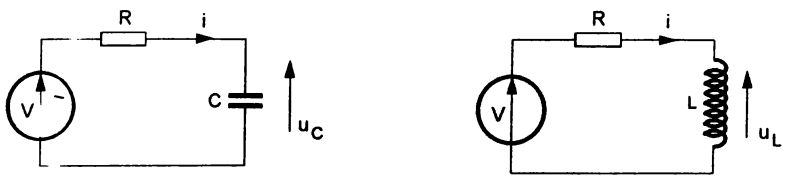


Fig. 9 : Circuits RC et RL.

Considérons le circuit figure 9 comportant le condensateur (circuit *RC*).
La quantité d'électricité stockée dans le condensateur est $q = Cu_C$.
Le courant circulant est $i = dq/dt$.

On exprime la tension dans la maille : $v = u_C + Ri$ soit encore :

$$v = u + RC \cdot \frac{du_c}{dt},$$

quand on remplace i par son expression.
Dans l'équation ci-dessus, le rapport RC est homogène à un temps ; il est appelé constante de temps $\tau = RC$. Si on considère qu'au temps $t = 0$ la tension aux bornes du condensateur est nulle, alors le courant dans le circuit est maximum et égal à V/R. Le temps de charge du condensateur est estimé à 5τ (fig. 10).

Considérons maintenant le circuit figure 9 comportant la bobine (circuit RL). La bobine est considérée linéaire, alors

$$u = n\frac{d\Phi}{dt} \quad \text{et} \quad n\Phi = Li$$

Si on exprime la tension dans la maille, on obtient :

$$v = Ri + n\frac{d\Phi}{dt}$$

Soit à calculer l'équation différentielle de l'intensité du courant suivante :

$$\frac{v}{R} = i + \frac{L}{R}\frac{di}{dt} = I_0$$

où I_0 est la valeur de l'intensité en régime continu permanent.
Dans la dernière équation ci-dessus, le rapport L/R est homogène à un temps et est appelé constante de temps $\tau = L/R$.

D'autre part, si on considère qu'au temps $t = 0$ le courant circulant dans le circuit est nul, l'équation montre que le courant ne peut s'établir instantanément à la fermeture du circuit (fig. 10). Le temps d'établissement du courant peut être estimé à 5τ.

Les solutions des équations différentielles ci-dessus montrent des variations exponentielles de la tension aux bornes du condensateur et du courant dans la bobine. Il en est de même pour les variations du courant dans les circuits.
Les courbes de décharge sont symétriques aux courbes de charge.

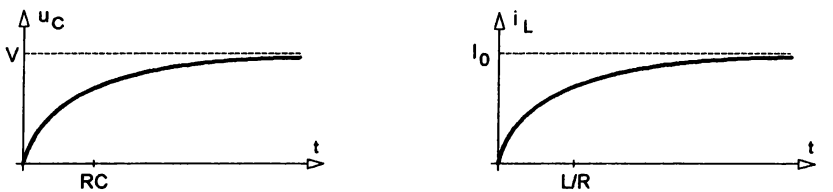


Fig. 10 : Établissement de la tension aux bornes d'un condensateur (charge) et du courant dans une bobine.

Comportement de C alimenté à courant constant

Fig. 11 : Condensateur alimenté à courant constant.

On considère qu'au temps $t = 0$ la charge initiale du condensateur est nulle. La source de courant fournit un courant constant I_0. Le condensateur ne comportant qu'une capacité C, on peut écrire :

$$i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du}{dt} \quad \text{soit,} \quad du = \frac{1}{C} idt$$

Le calcul donne :

$$u = \frac{1}{C}\int idt$$

Compte tenu des conditions de fonctionnement au temps $t = 0$, il en résulte que :

$$u = \frac{1}{C} I_0 t$$

L'équation de la tension u aux bornes du condensateur est du type $u = a \cdot t$. La tension aux bornes du condensateur évolue selon une rampe de tension (fig. 11).

Comportement de L alimentée à tension constante

Fig. 12 : Bobine alimentée à tension constante.

La bobine est idéale (sans résistance et sans fuite magnétique) :

$$u = L\frac{di}{dt} \quad \text{soit encore,} \quad di = \frac{1}{L} udt$$

ce qui donne :

$$i = \frac{1}{L}\int udt$$

Compte tenu des conditions à l'origine (temps $t = 0$) et de $u = U_0$ = constante, il en résulte :

$$i = \frac{1}{L} U_0 t$$

L'équation est de la forme $i = a \cdot t$. Le courant dans l'inductance évolue selon une rampe de courant (fig. 12).

REMARQUE Pour concrétiser le comportement de la bobine, considérons une inductance de 200 µH aux bornes de laquelle on applique une tension de 300 V pendant les durées variables résumées dans le tableau suivant. On a calculé dans chaque cas le courant maximum :

Durée pendant laquelle on applique 300 V aux bornes de la bobine (µs)	1 000	10	1
Courant hypothétique circulant dans la bobine en fin d'établissement du circuit (A)	1 500	15	1.5

Circuit RLC en régime transitoire : réponse à un échelon de tension

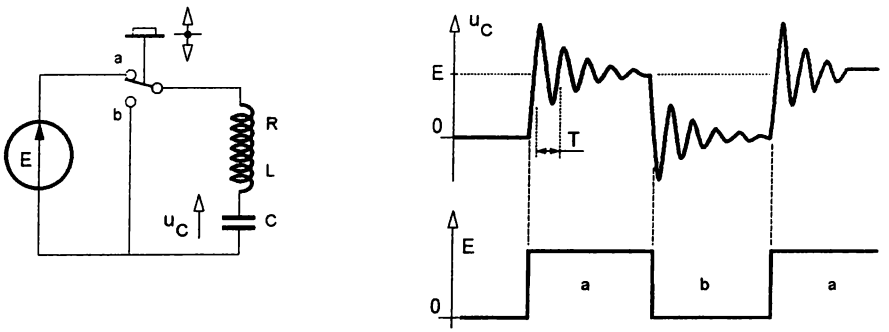


Fig. 13 : Tension aux bornes du condensateur en régime transitoire.

Les oscillations sont produites par un transfert d'énergie entre l'inductance L et la capacité C. À chaque instant, la tension aux bornes de la bobine est donnée par

$$u_B = Ri + L\frac{di}{dt}$$

Le courant dans le circuit peut s'écrire :

$$i = C\frac{du_C}{dt}$$

u_C étant la tension aux bornes du condensateur.

En fonction de la position du commutateur, la loi des mailles appliquée au circuit permet d'écrire :

$$RC\frac{du_C}{dt} + LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = E$$

(situation correspondant à la durée (a) sur la figure 13).

$$RC\frac{du_C}{dt} + LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

(situation correspondant à la durée (b) sur la figure 13).
Quand le circuit réagit selon l'oscillogramme de la figure 13, on peut en définir la pseudo fréquence des oscillations :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Le système est amorti par la résistance R et passe progressivement du régime transitoire à un régime permanent au bout d'un temps dépendant de la vitesse de dissipation de l'énergie dans la résistance équivalente au circuit R.
La période de l'oscillation $T = 1/f_0$ est mesurable à l'oscilloscope et permet de vérifier que les valeurs de L et C sont convenables.
Pour une valeur de R convenablement déterminée, il est possible de faire disparaître les oscillations. L'amortissement est dit *amortissement critique*. La résistance critique R_C correspondant à cette situation est liée à la valeur de L et C par la relation suivante :

$$R_C = 2L\omega_0 = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

Il est usuel de déterminer le coefficient d'amortissement réduit m qui caractérise l'amortissement $m = \frac{R}{R_C}$.

Dans l'exemple de la figure 13 : $0 < m < 1$. Les circuits mis en œuvre dans les alimentations répondent à ce cas de figure.

LE TRANSFORMATEUR ET LES MODES DE TRANSFERT

Éléments constitutifs et description d'utilisation

Un transformateur (fig. 14) est composé :

- d'un enroulement (le primaire) sur lequel on applique la tension d'entrée. La tension d'entrée est variable et peut être :
  - alternative sinusoïdale quand elle est directement issue du secteur,
  - variable à valeur moyenne positive quand elle est découpée en partant d'une tension continue,
- d'un ou plusieurs autres enroulements (le ou les secondaires) sur lesquels on récupère les tensions induites,

• d'un circuit magnétique, dont le rôle est de transmettre les variations de flux généré par le primaire aux secondaires. Les pertes de flux magnétique sont plus ou moins importantes en fonction du coefficient de couplage. Le couplage est maximum (proche de 1) quand les enroulements primaires et secondaires sont bobinés en couches successives sur la même portion du noyau.

Quand le transformateur est alimenté à partir d'une tension variable à valeur moyenne non nulle, le circuit magnétique est ouvert (entrefer) afin d'éviter la saturation du matériau constituant le circuit magnétique (figure 14.1).

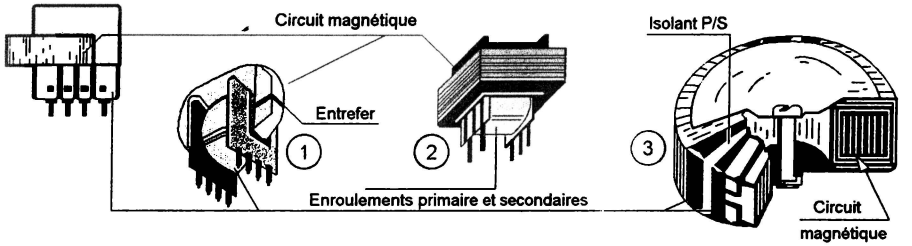


Fig. 14 : Transformateur pour alimentation à découpage (1), transformateur secteur (2 et 3).

Le téléviseur comporte en général deux transformateurs. Sur certains châssis, ces deux éléments sont réalisés sur un composant unique comme le montrent les schémas de la figure 15.

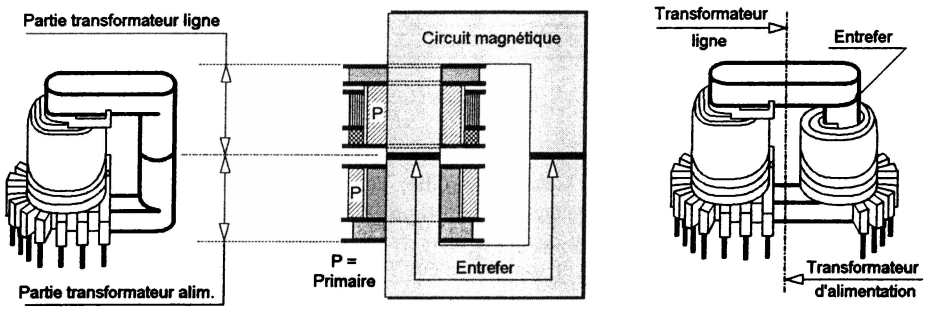


Fig. 15 : Technologie du « mono-transformateur » équipant certains téléviseurs.

• les enroulements réalisant chaque transformateur sont couplés serrés entre eux. Ils sont sur la même partie du noyau magnétique,
• l'entrefer, convenablement positionné entre les deux transformateurs, permet de réduire le coefficient de couplage de l'un par rapport à l'autre.

Le transformateur est un élément permettant d'accumuler de l'énergie. Le circuit primaire a toutes les caractéristiques d'une bobine.

Le transformateur est un élément de sécurité. Il permet l'isolation galvanique du châssis. Pour le transformateur d'alimentation principale, on distingue la masse primaire de la masse secondaire (*cf.* chapitre « Précautions à prendre à l'ouverture du téléviseur »).

Transformateur parfait

On considère trois hypothèses simplificatrices :
- les résistances des enroulements sont pratiquement nulles,
- les pertes par courant de Foucault dans le circuit magnétique sont nulles,
- les fuites magnétiques sont négligées quand les couplages magnétiques entre les enroulements sont serrés.

Il reste à considérer :
- le fonctionnement du transformateur, dont on a réalisé des enroulements à couplage lâche,
- le fonctionnement du transformateur ligne par rapport au transformateur d'alimentation principale quand ils sont réalisés sur le même circuit magnétique (appelé *mono-transformateur*).

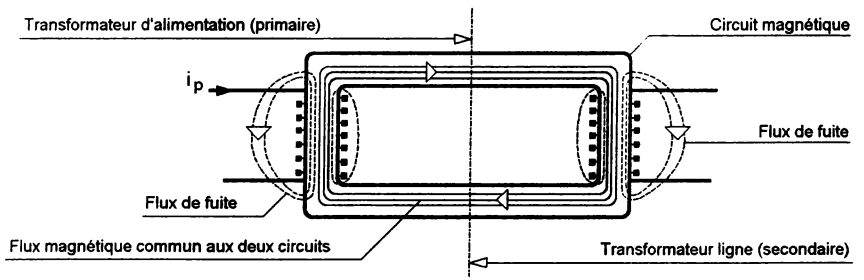


Fig. 16 : Mise en évidence du flux de fuite.

Sur la figure ci-dessus (schéma simplifié), l'enroulement primaire est le primaire du transformateur d'alimentation. L'enroulement primaire du transformateur ligne se comporte alors comme un enroulement secondaire à couplage lâche du transformateur d'alimentation.

Le flux commun dépend de la qualité du matériau réalisant le circuit magnétique (il est aussi fonction de l'entrefer). Il dépend également de la position relative des enroulements considérés.
Le flux de fuite peut être considéré comme créé par une bobine montée en série avec chaque enroulement, les enroulements étant considérés montés à couplage serré ; il est alors possible de modéliser le fonctionnement.
Les enroulements et le circuit magnétique réalisent un transformateur parfait (couplage maximal, absence de perte magnétique).

Une bobine de fuite ramenée en série au primaire est équivalente aux fuites magnétiques et couplage lâche (fig. 17).

REMARQUE À la *fuite magnétique* correspond une énergie non utilisée. Le flux de fuite échappe à l'échange primaire secondaire. Cette énergie n'est pas consommée. Les flux générés par le primaire (flux commun et flux de fuite) ne dépendent pas des courants de charge dans les secondaires.

En général, on peut considérer que les transformateurs sont d'excellentes machines électriques. Leur rendement est supérieur à 90 %.

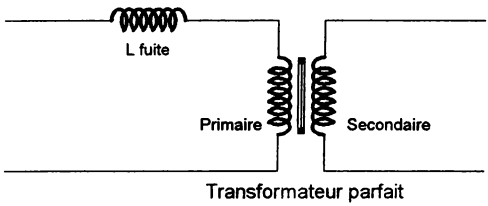


Fig. 17 : Modélisation du transformateur.

Rapport de transformation dans un transformateur parfait

Soit *Np* le nombre de spires de l'enroulement primaire, et N_1 , N_2 , N_3 , etc., le nombre de spires de chaque enroulement secondaire.
À l'établissement du courant primaire, correspond un courant débité dans la charge. Le flux à travers le circuit magnétique du transformateur est indépendant du courant de charge.
La tension induite sur le secondaire en charge est pratiquement :

$$u_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt} \quad ; \quad u_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

Le rapport de transformation de chaque secondaire par rapport au primaire est donné par :

$$m_1 = \frac{U_1}{U_P} = \frac{N_1}{N_P} \quad ; \quad m_2 = \frac{U_2}{U_P} = \frac{N_2}{N_P} \quad ; \text{ etc.}$$

Les tensions secondaires produites sont directement dépendantes de la tension primaire :

$$u_s = \frac{n_s}{n_p} \cdot u_p$$

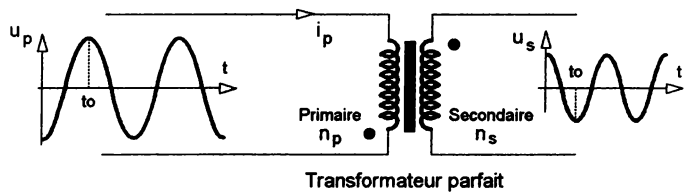


Fig. 18 : Phase de la tension secondaire comparée à la tension primaire.

Le point représente le sens de circulation du flux et par suite le sens de câblage des enroulements primaire et secondaire (fig. 18).

Circuit primaire du transformateur et accumulation d'énergie

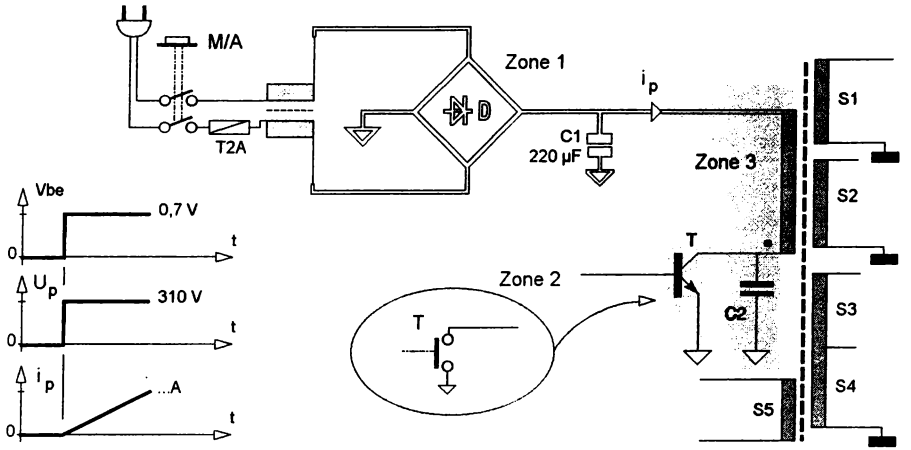


Fig. 19 : Structure typique du circuit primaire.

Lorsque le transistor de découpage *T* est saturé (fig. 19), le primaire est soumis à une tension constante (échelon de tension).
Si on considère que le primaire se comporte comme une inductance *L* pure, on constate que :

- l'intensité du courant *ip* est croissante selon une rampe, le flux magnétique engendré par le primaire est croissant,
- pendant cette phase de fonctionnement, il y a accumulation d'énergie dans le primaire (tant que le courant primaire est croissant).

Il existe une force électromotrice induite dans les secondaires déterminée par le rapport de transformation entre le primaire et chaque secondaire.

REMARQUE La résistance équivalente à l'ensemble du circuit primaire est faible. Il n'y a donc pas de limitation du courant maximal dans le circuit primaire quand le transistor *T* est maintenu conducteur.
Il est nécessaire de pouvoir contrôler la durée de conduction de *T* pour contrôler la quantité d'énergie accumulée.
La quantité d'énergie accumulée est proportionnelle à :
– la durée de conduction de *T*,
– la valeur de la tension du secteur redressée, filtrée.
Un dispositif de sécurité est obligatoire (en série dans le circuit primaire). En cas de court-circuit du transistor, il faut pouvoir interrompre le courant primaire avant destruction du transformateur. C'est le rôle du fusible à fusion lente (T2A sur le schéma ci-dessus).

Circuits secondaires du transformateur et transfert d'énergie

Deux solutions peuvent être envisagées :
• le transfert se fait pendant la phase d'accumulation au primaire : l'alimentation est de type *forward*,
• le transfert se fait alors que la phase d'accumulation est achevée : l'alimentation est de type *fly-back*.

Dans de nombreuses applications, il peut y avoir mélange des deux situations.

Alimentation à transfert direct (forward)

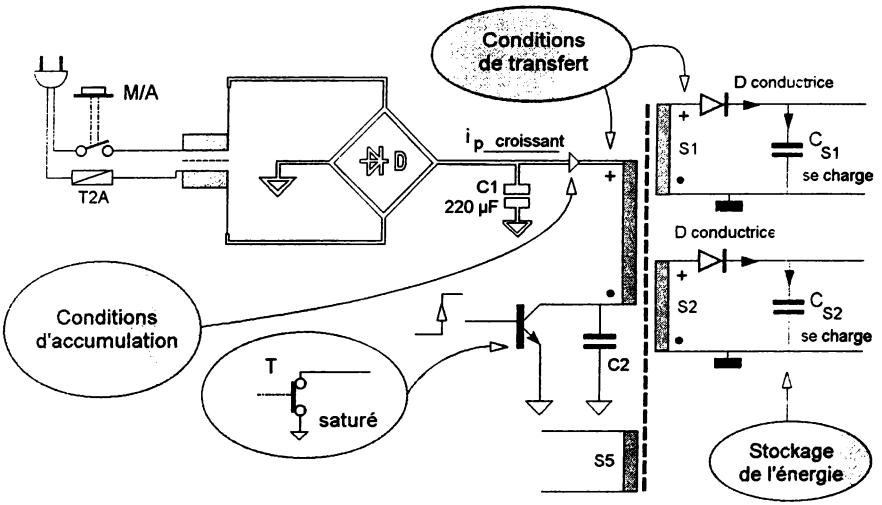


Fig. 20 : Traitement de l'énergie dans une alimentation **forward.**

L'accumulation et le transfert d'énergie sur les secondaires sont simultanés. Ces opérations s'effectuent dès la fermeture du circuit primaire (transistor *T* saturé).
Les enroulements secondaires sont branchés de telle façon que lorsque le primaire est en accumulation d'énergie, une tension induite positive apparaît sur l'anode des diodes de redressement aux secondaires (fig. 20) :
• les diodes secondaires sont conductrices,
• les condensateurs secondaires se chargent (stockage de l'énergie transférée),
• les tensions sur les condensateurs secondaires montent jusqu'à la valeur de crête des tensions induites sur les secondaires (principe du redressement mono-alternance et du filtrage),
• le rapport de transformation de chaque secondaire par rapport au primaire est donné par :

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

$$m_1 = \frac{U_1}{U_P} = \frac{N_1}{N_P} \quad ; \quad m_2 = \frac{U_2}{U_P} = \frac{N_2}{N_P} \quad ; \text{ etc.,}$$

• les tensions secondaires (redressées et filtrées) produites sont directement dépendantes de la tension primaire. En conséquence, il est possible de faire fonctionner les alimentations *forward* à vide.

Exemple de réalisation et d'application

• Alimentation principale du châssis THOMSON ICC4,

• Production de tensions secondaires dans l'alimentation secondaire organisée autour du transformateur ligne.

Alimentation à transfert alterné (*fly-back*)

L'accumulation de l'énergie dans le primaire du transformateur est réalisée lorsque le transistor *T* est saturé (fig. 21).

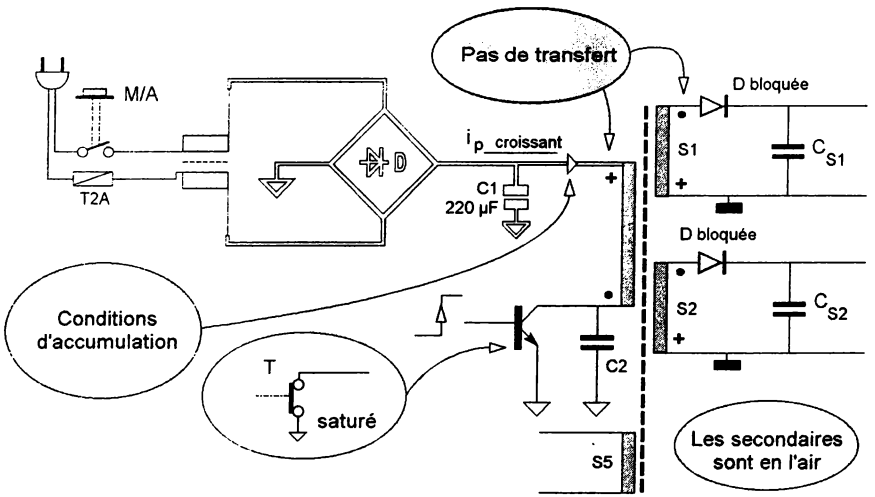


Fig. 21 : Accumulation au primaire de l'alimentation **fly-back.**

Il faut attendre le blocage du transistor *T* pour constater une diminution du courant dans le primaire du transformateur due à l'ouverture de *T* et par conséquent une diminution du flux magnétique :
Le primaire du transformateur devient générateur !

En conséquence, il y a inversion de la polarité des tensions au primaire et donc aux secondaires (fig. 22).
Les tensions induites sur les secondaires sont positives. Les diodes secondaires sont alors conductrices. Les conditions nécessaires au transfert de l'énergie sur les secondaires sont réalisées.

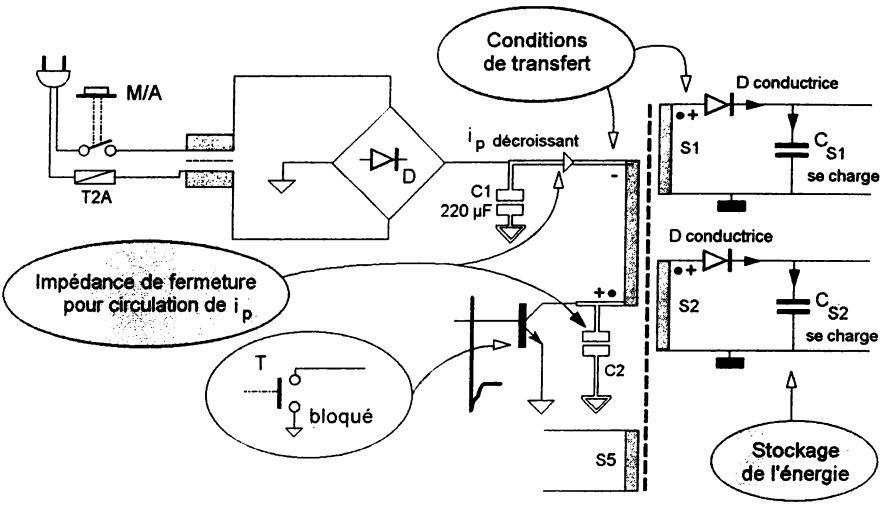


Fig. 22 : Transfert et stockage au secondaire de l'alimentation fly-back.

Pour que le transfert d'énergie puisse s'effectuer normalement, le primaire, devenu générateur pendant cette phase, doit être bouclé sur une impédance permettant la circulation d'un courant primaire.

Pendant la phase de transfert, les circuits de charge sont connectés aux secondaires alors que le primaire n'est plus alimenté (*T* bloqué). Il en résulte que les tensions produites sur les secondaires dépendent (fig. 23) :

- du rapport de transformation,
- de la tension apparaissant sur l'enroulement primaire au moment du transfert. En effet, il faut considérer à ce moment le circuit *LpC2* réalisé par le primaire et l'impédance de fermeture :
  - le circuit se trouve accordé sur une fréquence propre,
  - une surtension importante se produit quand le circuit *LpC2* est peu amorti par la résistance équivalente au primaire.

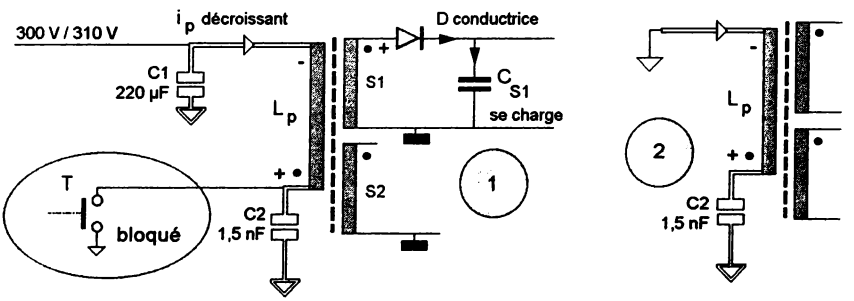


Fig. 23 : Modélisation du circuit primaire lors du transfert de l'énergie vers les circuits secondaires.

En régime dynamique, le condensateur C_2 est en série avec le condensateur C_1 (fig. 23.2). La capacité équivalente est peu différente de C_2 = 1,5 nF. L'inductance ramenée au primaire est Lp. Le circuit $Lp - C_2$ entre en oscillation :

- le condensateur C_2 est appelé condensateur d'accord. Il détermine en partie la fréquence d'oscillation libre,
- C_2 est aussi déterminé de façon à produire avec les autres éléments du circuit primaire une surtension (coefficient de surtension $Q = \frac{1}{RC_2\omega}$, R étant la résistance équivalente au primaire).

Exemples de réalisation et d'application

La plupart des alimentations principales utilisées actuellement en télévision sont du type *fly-back*, par exemple les châssis :

- G90, GR2, FL1 (PHILIPS),
- ICC5, IKC2, ICC7, IDC2 (THOMSON),
- CUC ++++ (GRUNDIG).

LES QUATRE TEMPS DU CYCLE DE DÉCOUPAGE

Le transistor de découpage (le BU) est un élément essentiel au fonctionnement de l'alimentation à découpage. Il est aussi le plus fragile.

Contraintes de fonctionnement du transistor de découpage

Afin de réduire les perturbations engendrées par l'alimentation à découpage, la fréquence de découpage peut être de :

- 15 625 Hz quand le cycle de découpage est synchrone au balayage ligne (TV 50Hz),
- 30 kHz à 200 kHz quand le cycle de découpage est asynchrone au balayage ligne.

Dans les deux cas, lors du fonctionnement en veille du téléviseur, le balayage ligne ne fonctionne pas et on observe un fonctionnement par salve du découpage.

La puissance consommée par le téléviseur peut aller de 60 W pour un téléviseur 51 cm, à plus de 100 W pour un téléviseur équipé d'un tube grand format. Le transistor de découpage doit donc être capable de conduire des courants de pointe répétitifs de plusieurs ampères.
Le transistor de découpage étant câblé avec des composants réactifs, il est appelé à supporter des tensions supérieures à 600 V (alimentation principale) ou supérieures à 1 200 V (alimentation auxiliaire sur transformateur ligne).

On rencontre actuellement deux types de transistor de découpage :
• le transistor bipolaire (NPN) de puissance, à commutation rapide.
• le transistor à effet de champ, de type MOS (*Metal Oxyd Semiconductor*) de puissance, canal N en général.

Transistor bipolaire NPN de puissance

Sans reprendre la théorie du fonctionnement du transistor en commutation de puissance, retenons les caractéristiques ou les spécificités du fonctionnement du transistor de découpage :
• le pouvoir de coupure exprimé par le produit $I_{Cmax} \cdot V_{CEmax}$. Par exemple, 600 (V)·6 (A) donne 3 600 VA,
Conditions d'attaque du transistor de découpage (il est admis que les conditions d'attaque d'un transistor en commutation jouent un rôle prépondérant dans la fiabilité du système) :
– mise en saturation : le courant de base *ib* peut atteindre 1 A, en valeur instantanée,
– condition de blocage : on cherche à raccourcir le temps de passage de la saturation au blocage ; pour cela, il est nécessaire de *déstocker* les charges d'espace base-émetteur accumulées lors de l'état saturé.
– on applique une tension $Vbe < 0$ (tension de déstockage) lors de la commande de blocage tout en contrôlant une variation de courant par rapport au temps (de l'ordre de 0,7 A/µs).

Transistor MOS canal N de puissance

Le pouvoir de coupure est déterminé de façon identique à celui d'un transistor bipolaire de puissance.
Le transistor à effet de champ MOS, canal N est commandé en conduction et saturation par une tension grille/source positive. La grille étant isolée, il n'y a pas d'accumulation de charges dans le semiconducteur. Il n'est donc pas nécessaire d'appliquer une tension de déstockage négative pour passer de l'état saturé à l'état bloqué.

Les quatre temps de l'alimentation fly-back

Les phases de fonctionnement que l'on considère caractérisent les états électriques du transistor de découpage (fig. 24).

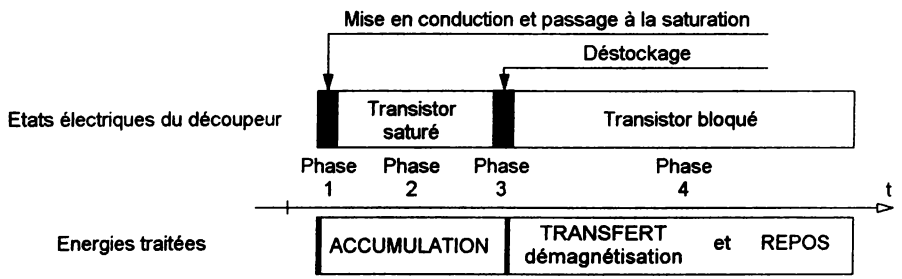


***Fig. 24 : Analyse du cycle de découpage de l'alimentation* fly-back.**

Phase 1

Le courant de base du BU doit croître de façon à atteindre rapidement la saturation du transistor. Cette phase est nécessairement courte car transitoire.

Phase 2

Le transistor est maintenu saturé. Le courant primaire est croissant, il y a accumulation d'énergie.
La durée de cette phase est directement liée aux caractéristiques du circuit et augmente lorsque :
• l'énergie nécessaire aux autres fonctions du téléviseur augmente (consommation du téléviseur liée au contenu de l'image ou au volume sonore), et réciproquement,
• la tension secteur diminue et réciproquement.
L'interruption de cette phase est commandée directement ou indirectement par le circuit de régulation.

Phase 3

Bloquer rapidement le transistor suite à l'ordre d'interruption issu de la régulation. C'est le déstockage, assuré par un *générateur de tension de déstockage* commuté sur la base du transistor de découpage (ce n'est pas nécessaire quand on utilise un MOS de puissance). Cette phase est transitoire.

Phase 4

Le transistor est maintenu bloqué. Le courant primaire décroît et s'annule. C'est le transfert de l'énergie suivi d'un état de *repos du circuit* pendant lequel l'énergie est en partie consommée. Cette phase est suivie par un redémarrage naturel ou forcé de la conduction du transistor de découpage (phase 1).
Une mesure du courant pendant le transfert interdit le redémarrage intempestif de la conduction du BU. Il est impératif que la *démagnétisation* du transformateur soit complète.

Exemple d'oscillogrammes mesurés sur alimentation fly-back *asynchrone (fig. 25)*

• Le courant dans le primaire du transformateur est croissant. Le primaire est récepteur d'énergie. Il y a accumulation d'énergie sous forme électromagnétique.
• Le courant est rapidement décroissant suite au blocage du transistor de découpage. Le primaire du transformateur devient générateur ; les tensions s'inversent, il y a transfert de l'énergie. En fin de démagnétisation du circuit magnétique du transformateur, le courant primaire s'annule. Le circuit est au *repos*. Il est alors possible de redémarrer un nouveau cycle de fonctionnement.

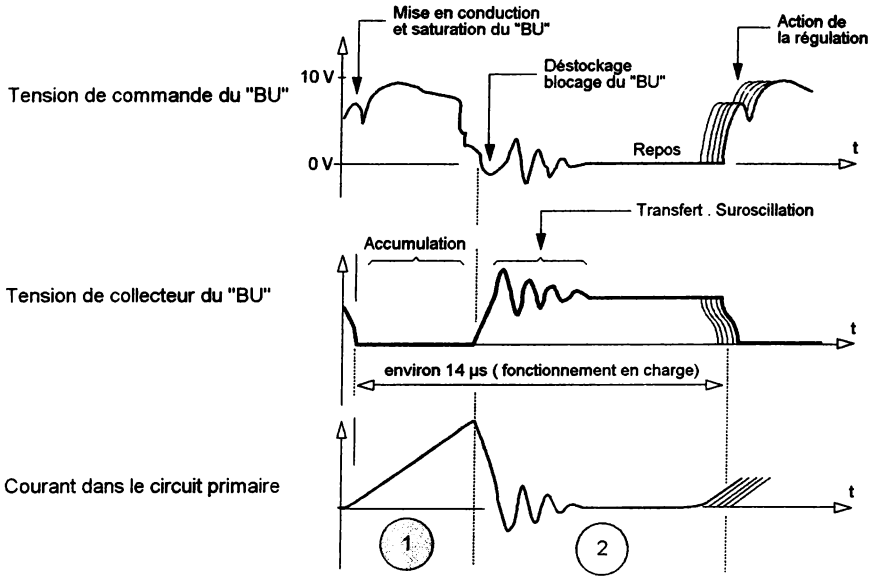


Fig. 25 : Cycle de découpage (alimentation **fly-back***).*

Les quatre temps de l'alimentation forward *(fig. 26)*

La commande du transistor (BU) est identique à celle de l'alimentation *fly-back*. Le transfert de l'énergie sur les secondaires est effectué pendant la phase d'accumulation (phase 2). La phase 4 permet l'annulation du courant dans le circuit primaire.

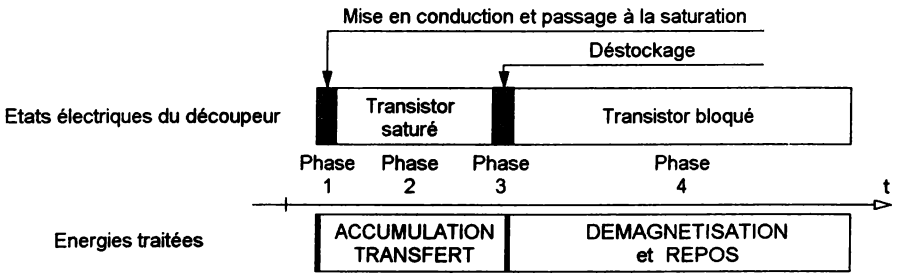


Fig. 26 : Analyse du cycle de découpage de l'alimentation **forward.**

ALIMENTATIONS AUTO-OSCILLANTE ET SYNCHRONE

La durée totale du cycle de fonctionnement peut être constante ou variable. Dans tous les cas, le rapport cyclique de la tension de commande du transistor de découpage (BU) varie en fonction de la consommation des étages de puissance du téléviseur. Le circuit de régulation est un élément prépondérant dans la détermination du rapport cyclique de fonctionnement en régime établi.
Deux types de fonctionnement sont développés.

Fréquence du cycle de découpage constante

Elle est synchrone au balayage ligne. La tension de commande de découpage est fabriquée à partir des impulsions de retour ligne disponibles sur un secondaire du transformateur ligne. Il est alors nécessaire de prévoir un oscillateur auxiliaire pour permettre le démarrage de l'alimentation et le fonctionnement en veille.

Fréquence du cycle de découpage variable

La fréquence de découpage se situe généralement aux environs de 70 kHz à 120 kHz selon les technologies utilisées. elle est déterminée en partie par :
• les éléments du circuit primaire (circuit accordé) de l'alimentation qui réalisent un oscillateur. Cette alimentation est dite auto-oscillante. Ce type d'alimentation fonctionne au démarrage et en veille sans oscillateur auxiliaire,
• un oscillateur de service indépendant des circuits de puissance primaire. La structure est généralement intégrée à d'autres fonctions nécessaires à la commande de découpage.

Alimentation auto-oscillante

Rappel des caractéristiques minimales d'un oscillateur (fig. 27)

Le système comporte deux chaînes :
• une chaîne principale ou chaîne d'action,
• une chaîne secondaire ou chaîne de réaction.

Dirigée de la sortie vers l'entrée, cette chaîne prélève en sortie de la chaîne d'action une énergie faible par rapport à l'énergie disponible dans l'utilisation.
La chaîne d'action (amplificateur idéal) est caractérisée par :

$$\underline{A} = \frac{\underline{V_s}}{\underline{V_1}}$$

Compte tenu de la tension de réaction, la fonction de transfert du système s'écrit :

$$\underline{T} = \frac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}}$$

Sachant que : $\underline{V_r} = \underline{B}\underline{V_s}$

on montre que la fonction de transfert du système peut s'écrire sous la forme :

$$\underline{T} = \frac{\underline{A}}{1 - \underline{A}\underline{B}}$$

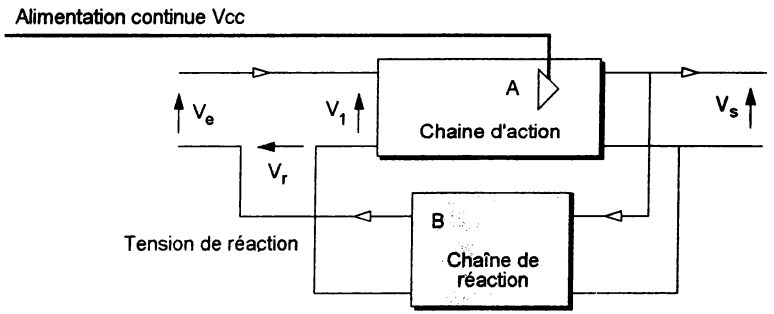


Fig. 27 : Structure typique de l'oscillateur.

Conditions d'oscillation

La condition limite d'entretien des oscillations est donnée par : $\underline{A}\,\underline{B} = 1$, soit en module $|\underline{A}\,\underline{B}| = 1$, ou encore AB = 1, la phase étant nulle.
La tension de réaction v_r recueillie aux bornes du circuit *B* est égale en module et en phase à la tension v_e. Il est alors possible d'obtenir un oscillateur en bouclant le circuit.

Structure d'un oscillateur à circuit accordé

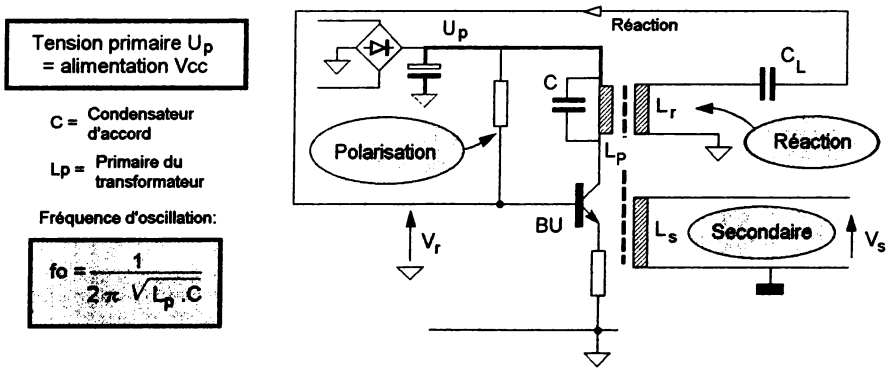


Fig. 28 : Éléments caractéristiques du fonctionnement en oscillateur.

L'amplificateur (fig. 28) est sélectif (circuit accordé) :
• l'amplification *Ao* est maximale pour une bande de fréquence très étroite (quelques centaines de hertz par exemple), la fréquence centrale étant choisie (*Lp* en parallèle avec *C*),
• à la fréquence centrale (pour laquelle l'amplification est *Ao*), la rotation de phase est de 180°.

Le circuit de réaction est à large bande :
• le module de la fonction de transfert est constant sur toute la bande contenant la fréquence choisie de l'amplificateur sélectif tel que $B = 1/A$,
• la rotation de phase est constante sur la bande de fréquence et compense parfaitement la rotation de phase de l'amplificateur.

Mise en évidence du fonctionnement en oscillateur (phase 1 du cycle de découpage)

Le transistor de découpage peut fonctionner en amplificateur :
• il est possible de mettre en évidence l'existence d'une alimentation continue et d'un circuit de polarisation,
• le circuit de polarisation permet la circulation d'un courant de base, ce qui signifie que la tension base-émetteur est de l'ordre de 0,6 V (transistor bipolaire silicium), au moment de l'entrée en oscillation (début de la phase 1).

Le circuit de réaction permet l'entrée en oscillation :
• la fonction d'amplification réalisée (à partir du transistor de découpage et du circuit primaire) est du type amplification sélective (enroulement primaire du transformateur accordé par l'impédance de fermeture),
• le circuit de réaction (à large bande) est réalisé à partir d'un enroulement secondaire du transformateur.

Les caractéristiques électriques de l'oscillateur sont telles que le transistor est rapidement amené à la saturation ($AB >> 1$). La phase 1 du cycle de découpage est terminée.

Solution technologique de type oscillateur à circuit accordé (fig. 29)

REMARQUE
• À la mise en conduction du transistor, le fonctionnement est sinusoïdal. La fréquence propre, *fo*, de cette portion de sinusoïde est déterminée en partie par l'inductance *Lp* du primaire et la capacité d'accord *C*.
• Jusqu'au moment du forçage à la saturation du transistor de découpage, le régime de fonctionnement du transistor est linéaire : $i_c = h_{21} i_b$.
Peu de charges sont stockées dans l'espace base-émetteur.
• Au moment du forçage à la saturation, la tension sur le collecteur du BU n'est plus que de l'ordre de 50 V. Compte tenu du coefficient de saturation, le courant *Ib* nécessaire à la saturation doit être optimisé. La température de la jonction reste faible ; moins de charge d'espace sont stockées.

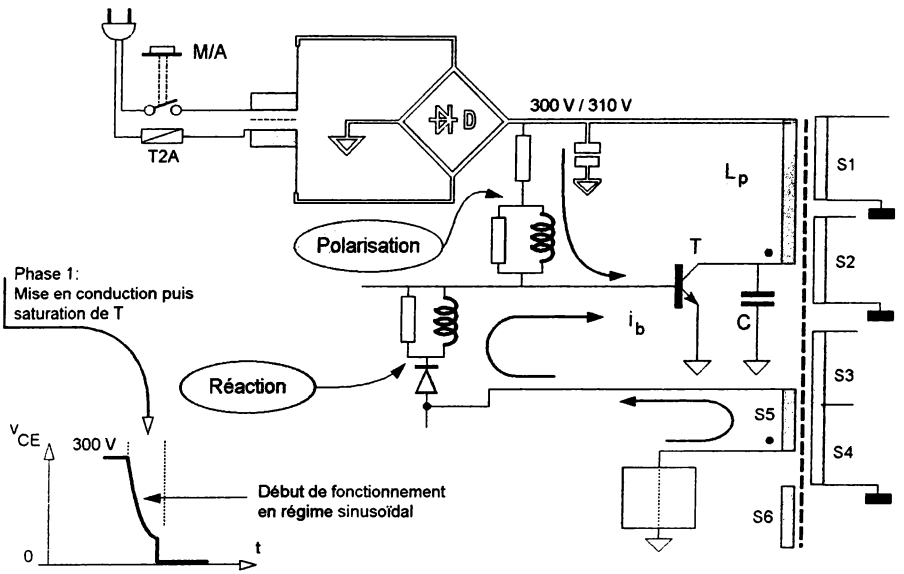


Fig. 29 : Démarrage du cycle de découpage de l'alimentation auto-oscillante.

Alimentation à oscillateur de service

Un composant intégré réalise, généralement, les fonctions suivantes :

- oscillateur de service,
- une commande et un modulateur de rapport cyclique,
- des étages de démarrage et sécurité, etc.

Pour évaluer l'organisation fonctionnelle, nous considérons, par exemple, le circuit intégré TDA4605.

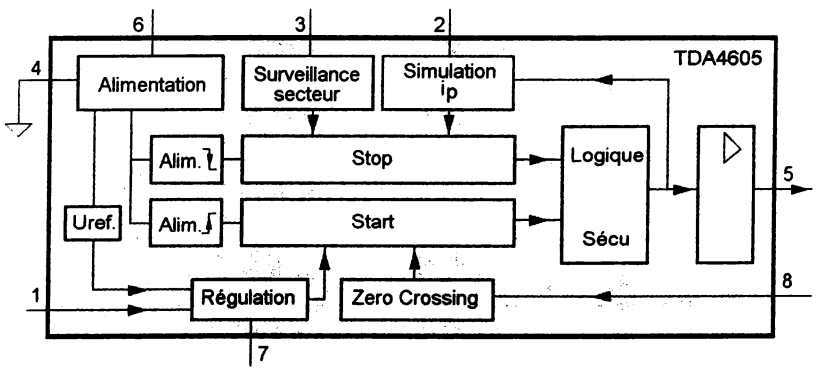


Fig. 30 : Fonctionnalité du TDA4605.

Si la représentation de la structure interne du TDA4605 n'est pas parfaite (fig. 30), elle permet néanmoins de mettre en évidence son fonctionnement.

Considérons un cycle de commande de découpage :

• dès que les conditions de fonctionnement du circuit sont établies (la tension d'alimentation est correcte, la tension de secteur est normal), la fonction *start* libère la logique de commande ; le cycle de découpage commence (phase 1 de mise en saturation du BU, puis phase 2),

• la fin de la seconde phase du cycle de découpage (saturation du transistor de découpage) est ensuite déterminée par l'activation de la fonction *stop*. La tension secteur étant normale (ce qui est le cas général), le circuit de simulation du courant dans le primaire du transformateur de l'alimentation détermine la durée maximale d'accumulation de l'énergie dans le primaire,

• il faut attendre la fin de transfert des énergies accumulées vers les secondaires et la démagnétisation du transformateur (*zero crossing*) ainsi que l'ordre en provenance de la régulation pour permettre le redémarrage d'un nouveau cycle de découpage.

Les fonctions réalisent l'équivalent d'un oscillateur à fréquence et à rapport cyclique variables.

Alimentation synchrone

La fréquence de découpage, en régime établi, est fixe. Le découpage est synchrone avec le balayage ligne ; il est de :

• 15 625 Hz pour un téléviseur 50 Hz (fréquence trame) et 625 lignes,

• 31 250 Hz pour un téléviseur 100 Hz (fréquence trame) et 625 lignes.

Organisation structurelle typique (fig. 31)

L'enroulement de service permet :

• de fournir l'alimentation aux circuits en régime établi ou en veille,

• de réaliser une régulation primaire en régimes de démarrage et de veille,

• d'informer les fonctions sécurité primaire.

Après mise en forme et traitement par la régulation et sécurité secondaire, la boucle d'asservissement à fréquence ligne fournit la commande de découpage.

REMARQUE **Les transformateurs ligne et d'alimentation peuvent être réalisés sur le même composant (étude technologique au paragraphe « Transformateur »).**

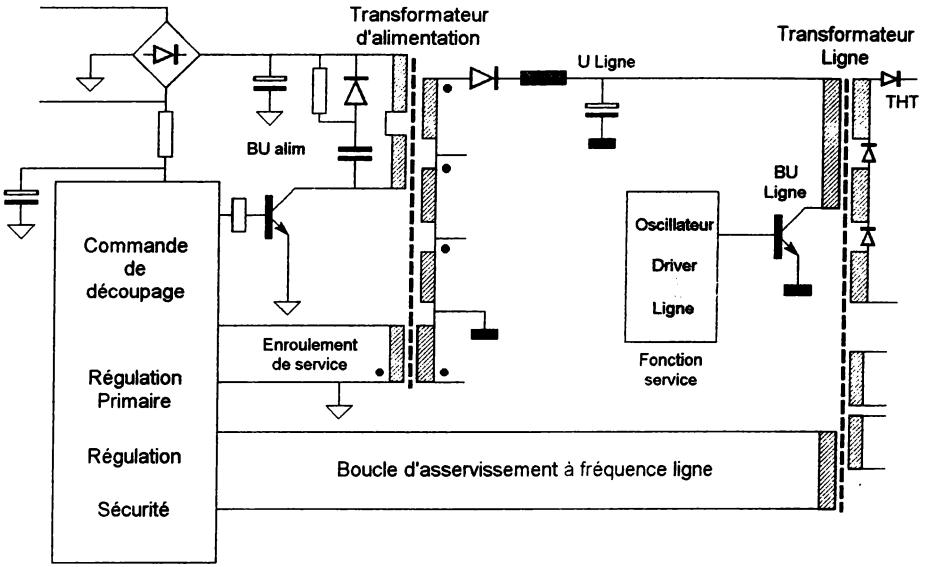


Fig. 31 : Organisation structurelle de l'alimentation synchrone.

LA COMMANDE DU TRANSISTOR DE DÉCOUPAGE

Dans ce paragraphe sont étudiés les circuits mis en œuvre quel que soit le type de l'alimentation à découpage.

Rappelons que la phase 1 se déroule toujours de la même façon : mise en conduction puis saturation du transistor de découpage (BU).
En phase 2, le transistor de découpage est saturé. C'est la phase d'accumulation d'énergie dans le transformateur.
La phase 3 impose de déstocker le transistor. Pour cela, on réalise un générateur de tension négative ou générateur de déstockage.
En phase 4, il est nécessaire de maintenir bloqué le BU jusqu'à ce que tous les courants dans le transformateur soient annulés (démagnétisation). Après un temps de repos, le cycle redémarre plus ou moins tôt en fonction de la consommation mesurée sur les secondaires.

Il est nécessaire de prévoir des circuits de sécurité afin de ne pas dépasser le courant primaire de crête autorisé par le choix du BU.
Pour permettre aux circuits de commande ou de régulation de fonctionner, il n'est pas nécessaire de rappeler qu'il faut les alimenter (rôle des alimentations de service au primaire et au secondaire).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Alimentations de service

Alimentations de service au primaire

Pour permettre le fonctionnement des circuits à transistors ou à composants intégrés dont les tensions de polarisation sont référencées par rapport à la masse primaire, il est nécessaire de produire :

• la tension continue de polarisation au démarrage (appelée tension de service au démarrage) est fabriquée à partir du 300 V (condensateur de filtrage primaire) ou directement à partir du secteur (fig. 32). Une ou plusieurs des diodes du pont redresseur sont alors utilisées pour redresser la tension secteur (un second condensateur de filtrage est utilisé),

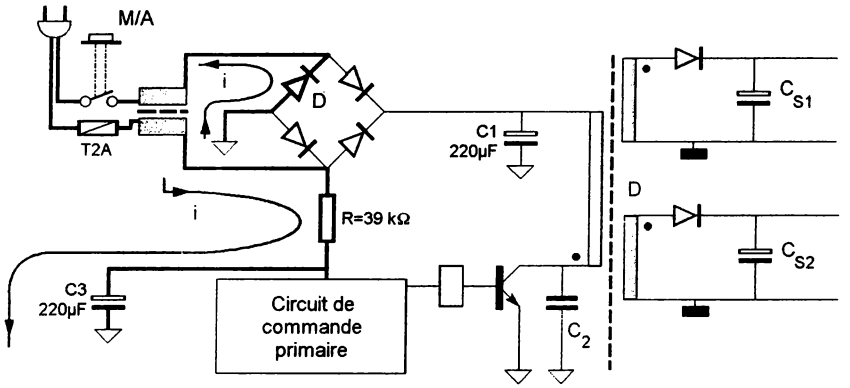


Fig. 32 : Alimentation de service primaire au démarrage.

• la tension continue de polarisation en régime établi (appelée tension de service en régime établi) supplée à l'alimentation de démarrage lors du passage au régime établi (montée des tensions primaires et secondaires). L'énergie est alors prélevée à partir d'un *enroulement de service* (fig. 33). La tension alternative produite par le découpage est redressée (par monoalternance le plus souvent) et filtrée. Elle a, généralement, une valeur supérieure à la tension de démarrage, ce qui permet d'informer les circuits de commande de découpage du fonctionnement en régime établi. Dans les autres cas, le courant circulant dans le circuit de démarrage est volontairement limité de façon à réduire la consommation en mode veille du téléviseur.

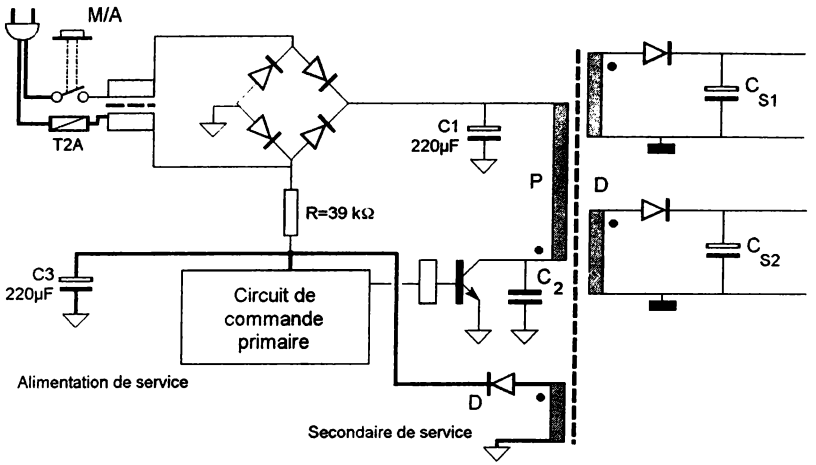


Fig. 33 : Alimentation de service primaire : la tension est disponible aux bornes de C3.

Alimentations de service au secondaire

Pour permettre le fonctionnement des circuits à transistors ou à composants intégrés dont les tensions de polarisation sont référencés par rapport à la masse secondaire, il est nécessaire de produire une tension continue de polarisation appelée alimentation de service secondaire (fig. 34). Elle est fabriquée à partir :

- d'un enroulement secondaire du transformateur d'alimentation,
- d'une diode de redressement,
- d'un condensateur de filtrage.

Cette tension peut être utilisée par d'autres fonctions du téléviseur.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

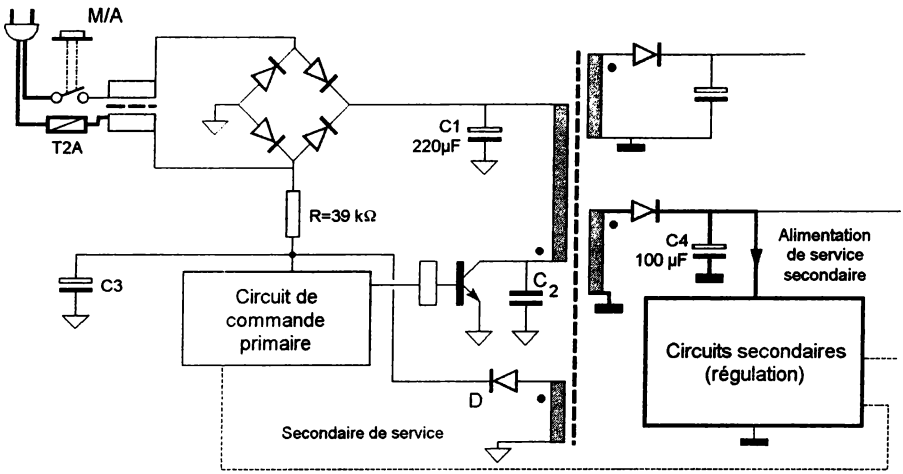


Fig. 34 : Circuits secondaires de service et de régulation.

Circuit de régulation (secondaire)

Le rôle du circuit de régulation secondaire est de déterminer le rapport cyclique d'un cycle de découpage de façon à obtenir une tension constante sur les circuits secondaires, quelle que soit la consommation des fonctions de puissance du téléviseur. En particulier :

- on cherche à produire une THT constante quel que soit le contenu de chaque ligne, afin d'obtenir une géométrie correcte de l'image,
- la résistance interne équivalente du générateur de THT provoque une chute de THT quand le courant de faisceau augmente.

Organisation fonctionnelle de la régulation (fig. 35)

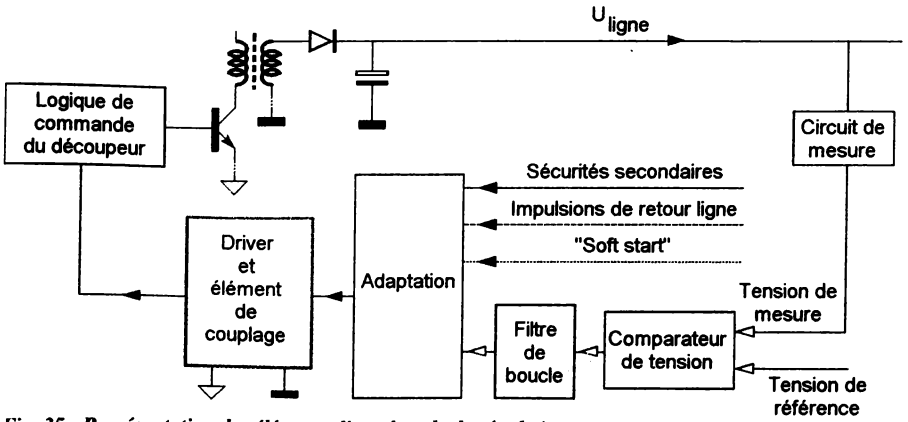


Fig. 35 : Représentation des éléments d'une boucle de régulation.

Le régulateur a pour principe de base de comparer la valeur réelle de la tension produite (Uligne par exemple) à une tension de référence (encore appelée valeur de consigne). Le comparateur de tension fabrique une tension d'erreur déterminée par l'écart entre la tension de référence et la tension de mesure (à une constante près).
Après filtrage, la tension d'erreur informe un circuit d'adaptation capable de fabriquer une commande de type PWM (*Pulse Wave Modulation*) ou tension périodique à rapport cyclique variable.
Quand l'alimentation est de type synchrone, le circuit d'adaptation est synchronisé par les impulsions de retour ligne.
Il peut être nécessaire de limiter l'action de la boucle de régulation lors du démarrage de l'alimentation par exemple, ou lors de phénomènes transitoires importants. Cette situation est concrétisée par l'entrée *soft start*.
La fonction d'adaptation est aussi capable de prendre en compte les anomalies de fonctionnement. Une entrée *sécurité* est prévue à cet effet. L'activation de l'entrée sécurité aura généralement pour effet de bloquer l'information de régulation nécessaire au bon enchaînement des phases du cycle de découpage. L'alimentation pourra alors être configurée en veille ou en arrêt total.
Le *driver* et l'élément de couplage permettent de s'affranchir des problèmes de masse secondaire et de masse primaire.

Principe d'une solution partagée

Reconsidérons la distribution des alimentations dans le téléviseur.
La lecture du schéma de la figure 1 montre qu'il faut produire la tension Uligne.
La tension Uligne étant régulée, elle est découpée par le BU ligne dans l'alimentation auxiliaire organisée autour du transformateur ligne.
Le rapport cyclique de fonctionnement du BU ligne est constant et déterminé pour satisfaire au balayage ligne. Les énergies accumulées et transférées sur les secondaires sont constantes.
En fonction du contenu de chaque ligne, la consommation des énergies disponibles varie et en particulier sur la THT. Il s'en suivra des variations de THT.
Pour compenser les variations de THT, il peut être nécessaire, par un apport d'énergie auxiliaire, d'asservir l'amplitude du balayage ligne.
Le schéma de la figure 36 résume les structures utilisées et met en évidence les deux circuits nécessaire à un bon fonctionnement du téléviseur :
- régulation de Uligne,
- asservissement de l'amplitude ligne en fonction du contenu vidéo.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

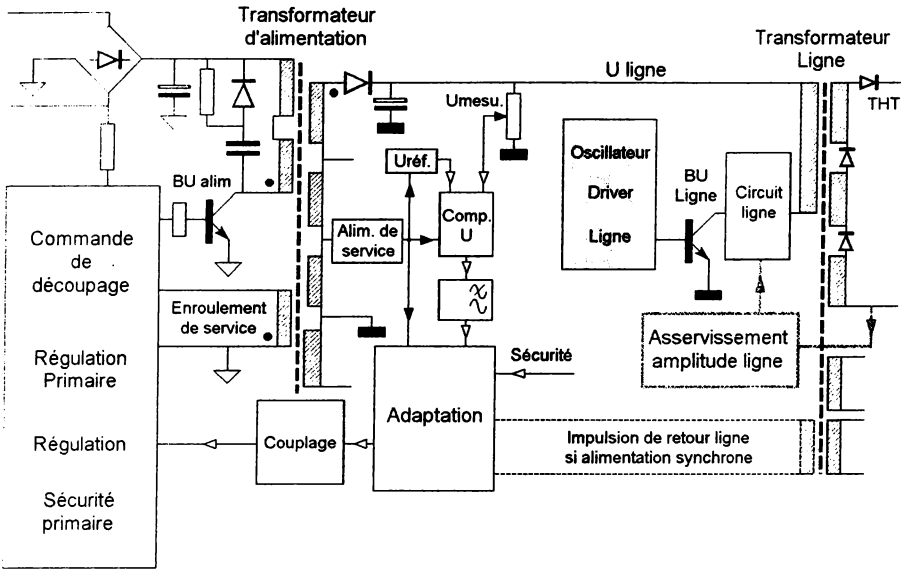


Fig. 36 : Alimentation principale et auxiliaire séparées.

Principe d'une solution globale

Est-il nécessaire de rappeler qu'un des objectifs essentiels est l'obtention d'une THT constante ?

Il n'est cependant pas souhaitable de prendre la sortie THT pour informer un comparateur. La solution consiste à utiliser un enroulement de service câblé dans le même sens que les enroulements produisant la THT. Le rapport de transformation étant connu, cette tension de service est disponible pour produire une information de type Umesu (fig. 37).

Tant qu'à adopter une solution globale, reconsidérons la production de Uligne !

La tension Uligne produite par l'alimentation principale permet l'acheminement d'énergie à destination :

- du balayage ligne,
- de l'alimentation auxiliaire (à découpage) organisée autour du transformateur ligne. Cette alimentation auxilliaire fournit la tension nécessaire :
  - aux étages vidéo,
  - à la tension filament du tube cathodique,
  - à la tension d'alimentation trame,
  - et parfois, à la tension varicap nécessaire au *tuner* (quand elle n'est pas produite par l'alimentation principale).

Une autre solution permet d'acheminer l'énergie nécessaire au balayage ligne et à l'alimentation auxiliaire : un flux magnétique variable !

Il suffit de réaliser un couplage magnétique entre le transformateur de l'alimentation principale et le transformateur ligne (ce qui est réalisé dans le monotransformateur).

REMARQUE Il ne doit pas y avoir de risque d'interférence entre la fréquence de découpage de l'alimentation principale et la fréquence du balayage ligne. Dans cette configuration de solution globale, l'alimentation principale est une alimentation synchrone (en régime de fonctionnement normal).

Organisation structurelle typique

Partant de la structure des alimentations synchrones, notons une première simplification du fait de la disparition de Uligne.

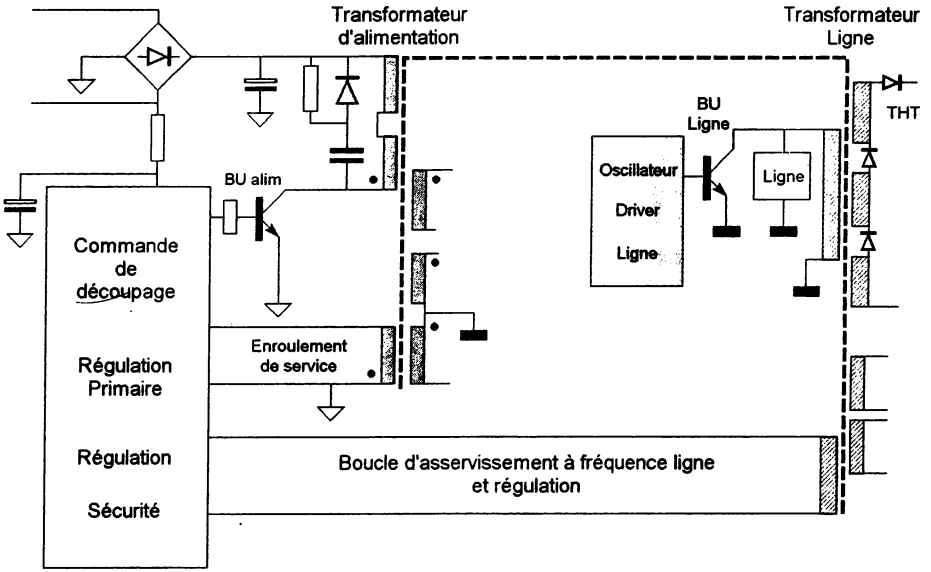


Fig. 37 : Évolution vers une structure mono-transformateur.

Dans un souci de simplification, sur le schéma de la figure 38, nous avons placé à gauche du circuit magnétique les enroulements du transformateur d'alimentation principale et à droite les enroulements constituant le transformateur ligne.

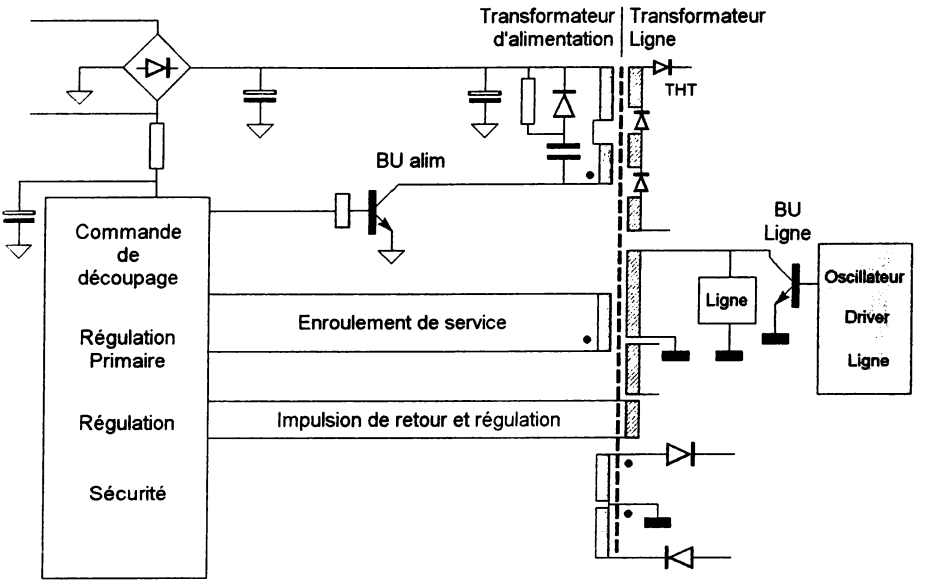


Fig. 38 : Principaux éléments associés à l'alimentation mono-transformateur.

Générateur de déstockage

Comportement du transistor de découpage

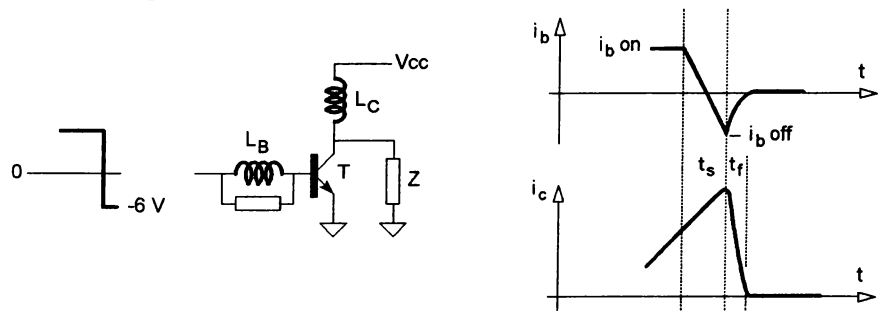


Fig. 39 : Variations des courants dans le transistor.

Alors que le courant de base décroît de $i_b on$ vers $i_b off$, le courant de collecteur continue de croître pendant une durée t_s appelé temps de stockage, t_f étant le temps de décroissance du courant (fig. 39).

Par exemple, si le transistor considéré est un BUT11, quand le courant crête de collecteur atteint 3 A pour un $i_b on$ de 0,6 A, le temps de stockage t_s est de l'ordre de 1,1 µs et le temps de décroissance t_f typique de 80 ns.

Évaluons la puissance dissipée par le transistor pendant chaque phase du cycle de découpage.

Quand le transistor est bloqué (phase 4 du cycle de découpage), la puissance dissipée est minimale car les courants dans le transistor sont pratiquement nuls. Pendant la phase 2, le transistor est saturé. Si on admet que $V_{CE}sat$ est de l'ordre de 1 V alors que le courant de collecteur I_C atteint 3 A, la puissance dissipée reste faible (de l'ordre de 3 W). Pendant les phases 1 (mise en conduction et saturation) et 3 (déstockage), il n'en est plus de même. Ces résultats sont résumés par la figure 40.

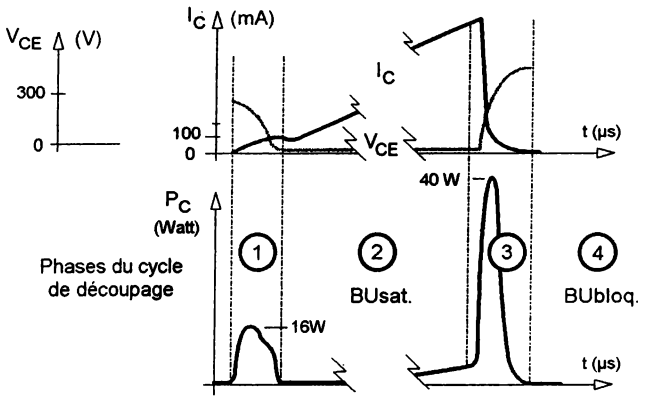


Fig. 40 : Variation de la puissance dissipée par le transistor pendant un cycle de découpage.

Pour des questions de commodité, l'échelle des temps n'a pas été respectée sur la figure 40. Les durées réelles des phases 1 et 3 sont réduites comparées aux durées des phases 2 et 4.

L'énergie dissipée en début de cycle de découpage (phase 1) et en phase 3 par le transistor BU-alim. se traduit par une élévation de température. Pour assurer une fiabilité de fonctionnement, il faut réduire les énergies dissipées par le transistor. On applique une tension négative convenablement calibrée sur la base du transistor de découpage de façon à réduire la durée de la phase 3, on réalise ce qu'on appelle un générateur de déstockage.

REMARQUE Le générateur de déstockage est inutile lorsque le transistor de découpage est un transistor à effet de champ MOS de puissance.

Agencement structurel du générateur de déstockage

Le générateur de déstockage est mis en service au début de la phase 3 (phase de déstockage). Le générateur doit produire une tension négative, cette tension étant appliquée sur la base du transistor de découpage.

Le générateur de déstockage, essentiellement réalisé autour d'un condensateur, est régénéré durant la phase 2, c'est à dire pendant que le BU-alim. est saturé.

De ces considérations, on peut en déduire l'agencement structurel de la figure 41.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

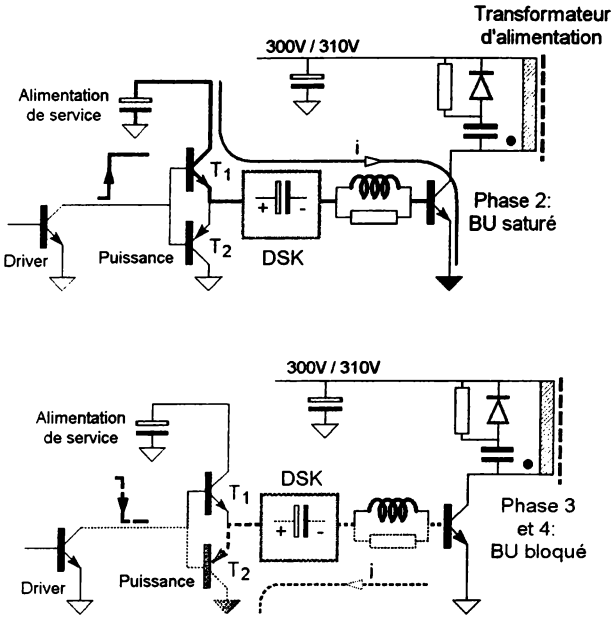


Fig. 41 : Le générateur de déstockage DSK est en série dans le circuit de base du transistor de découpage.

• pendant la phase 2, alors que le BU-alim. est saturé, le courant de base du BU-alim. traverse la cellule de déstockage repérée DSK et charge le condensateur interne,
• en début de phase 3, le transistor T2 est saturé. Son émetteur est au potentiel de la masse. La charge (négative) du condensateur DSK est appliquée sur la base du BU-alim.

Une autre organisation structurelle peut être envisagée (fig. 42). On utilise un enroulement de service référencé à la masse primaire pour régénérer la charge du générateur de déstockage. Cette solution est bien adaptée quand il s'agit d'une alimentation auto-oscillante.
Pendant la phase 2, alors que le BU est saturé et que le courant primaire est croissant (phase d'accumulation de l'énergie dans le primaire du transformateur), l'enroulement de réaction fait circuler un courant à travers la cellule de déstockage DSK.
Pour démarrer la phase de déstockage du BU-alim., la saturation de *T* est réalisée, le générateur DSK est directement appliqué sur la base du BU-alim. imposant une tension négative.

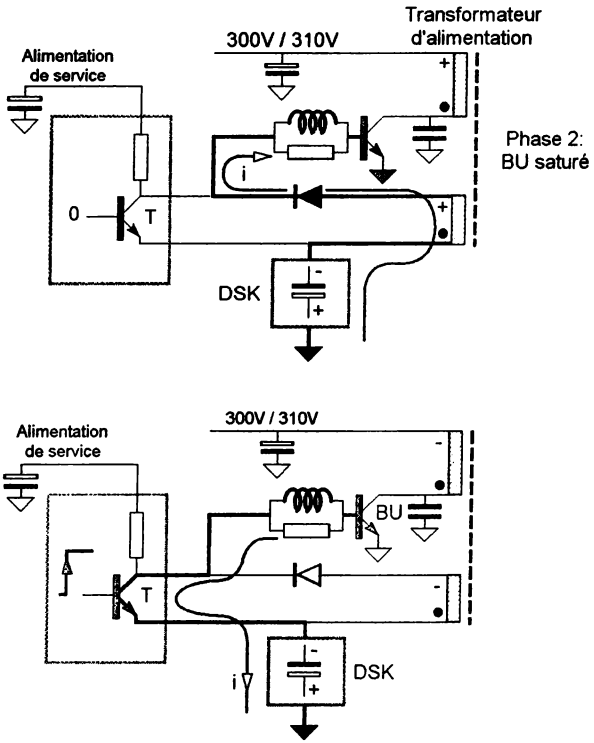


Fig. 42 : Le générateur de déstockage, référencé à la masse primaire, est toujours en série dans le circuit de base du BU-alim.

APPLICATION À L'ÉTUDE DE CHÂSSIS DE TÉLÉVISION

Alimentation forward *type ICC4 (THOMSON)*

Lecture du schéma de l'alimentation ICC4 (fig. 43)

T32 est le transistor de découpage. Cette alimentation est du type auto-oscillante. L'enroulement de service {5 ; 7} est câblé de façon à fournir une tension positive au point 5 quand le BU-alim. entre en saturation (fin de phase 1). D38 est alors conductrice et, par R38 et R42, fournit le courant nécessaire à la saturation du BU-alim.

Pendant que T32 est saturé (phase 2, accumulation de l'énergie dans le primaire du transformateur), compte tenu du sens de câblage des enroulements secondaires, les diodes secondaires (D46 ; D47 ; D51) sont conductrices. L'énergie accumulée sur le primaire est simultanément transférée et stockée sur les condensateurs secondaires (C6 ; C7 ; C1).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Le transformateur fonctionne en direct ; les tensions produites sur les secondaires sont directement proportionnelles à la tension primaire (pendant la phase 2).

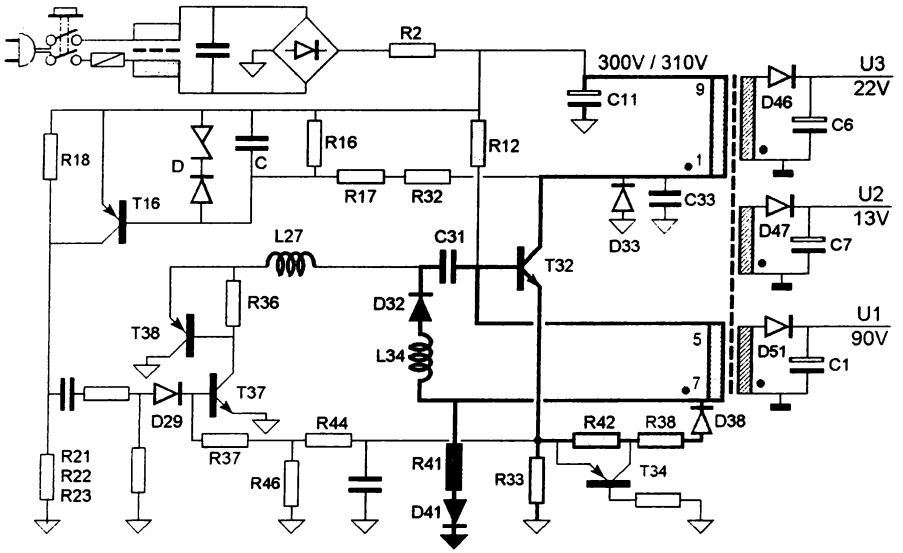


Fig. 43 : Schéma de l'alimentation ICC4 (THOMSON).

L'alimentation décrite ci-dessus ne comporte pas de circuit de régulation. Dans le cycle de découpage, la durée de la phase d'accumulation et de transfert (phase 2) est déterminée par un circuit de simulation de *ip* (simulation de courant primaire). La figure 44 en donne la structure.

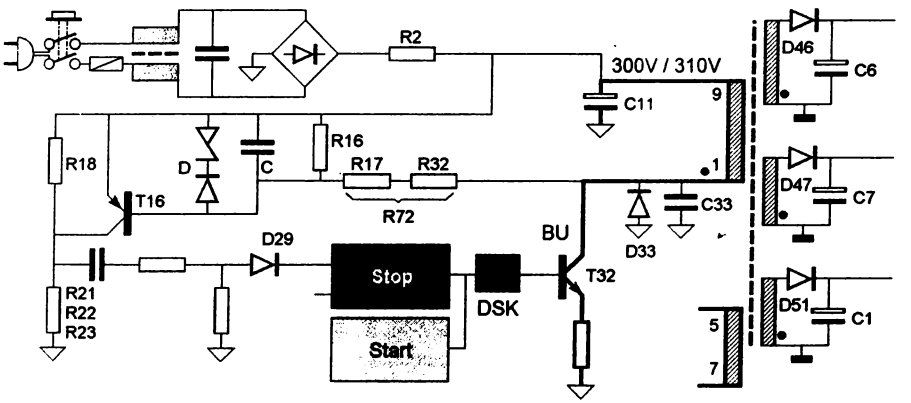


Fig. 44 : Éléments du circuit de simulation du courant primaire.

Tant que le BU-alim. T32 est saturé (phase 2), la tension secteur redressée et filtrée (300 V) est présente sur le diviseur de tension (R16 ; R72). Le condensateur C se charge.

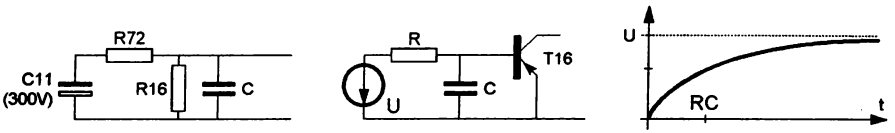


Fig. 45 : Circuit de charge du condensateur de simulation de ip.

Soient U et R les éléments du modèle de Thévenin équivalent à C11 chargé à 300 V suivi du diviseur de tension R16 et R72.
On calcule la tension suivante :

$$U = 300\frac{R_{16}}{R_{16}+R_{72}} \quad \text{soit,} \quad U = 300\frac{220}{580} = 110 \text{ volts environ.}$$

La résistance R du générateur équivalent est :

$$R = \frac{R_{16}R_{72}}{R_{16}+R_{72}} \quad \text{soit environ} \quad R = 140\ \Omega.$$

La constante de temps du circuit RC équivalent est $\tau = RC = 140 \cdot 3{,}3 10^{-9}$, soit environ 0,5 µs.
L'équation de la maille composée de la source de tension U, de R et de C s'écrit :

$$U = Ri + u_C \quad \text{sachant que :} \quad i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$$

On introduit l'expression de i dans l'équation de la maille :

$$U = RC\frac{du_C}{dt} + u_C \quad \text{soit encore,} \quad U = \tau\frac{du_C}{dt} + u_C \quad (*)$$

La solution générale de l'équation (*) de la maille est de type :

$$u_C = U(1 - e^{-t/\tau}),$$

si on considère que la charge initiale du condensateur est nulle.
Considérant que le transistor T16 (silicium) est saturé pour une tension Vbe = 0,7 V, il est possible de calculer la durée de la phase d'accumulation-transfert (phase 2 du cycle de découpage). Le concepteur indique une fréquence de découpage en régime établi de l'ordre de 30 kHz.

REMARQUE Si une baisse de la tension secteur se produit, la charge de C11 diminue et la tension à ses bornes tombe en dessous de 300 V. Le courant de collecteur du BU-alim. présente une pente moins importante. Il faut plus de temps au courant primaire pour atteindre la valeur maximale autorisée. Le circuit de simulation de courant primaire suit les mêmes variations : la baisse de tension secteur est répercutée sur la source de tension U de Thévenin. Il faut alors plus de temps pour charger C à 0,7 V et saturer le transistor T16.
Lors de la saturation du transistor T16, R18 est *court-circuitée* et la tension présente sur les résistances R 21-22-23 monte rapidement. T37 est informé *via* D29 et se sature (fig. 46).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Quand T37 est saturé, la tension émetteur-base de T38 devient suffisante et sature T38. Le fonctionnement du circuit peut être représenté selon le schéma de la figure 47.

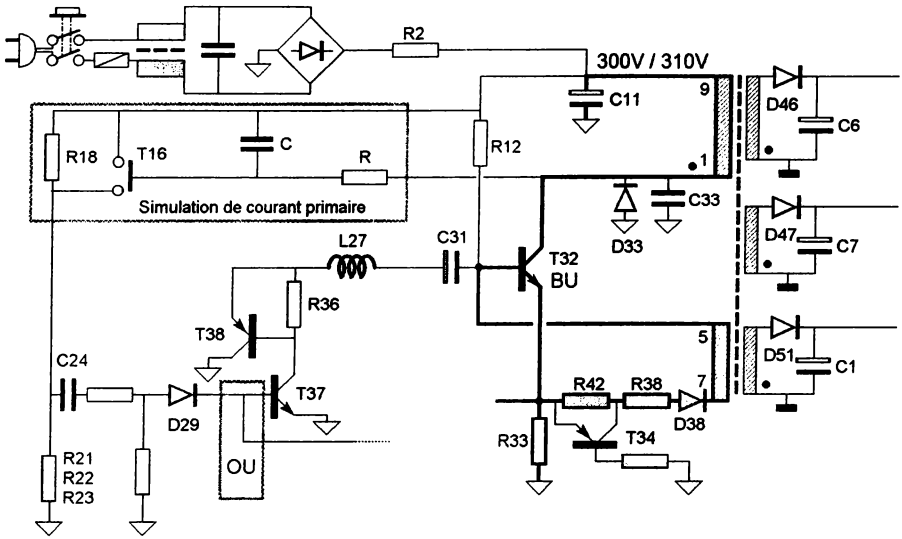


Fig. 46 : La saturation de T16 entraîne la saturation de T37.

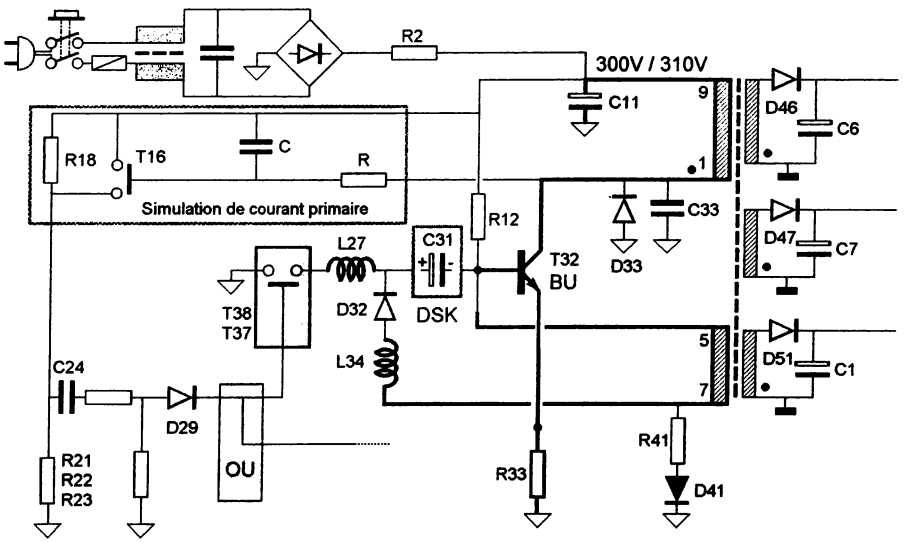


Fig. 47 : La saturation de T37 et T38 met en série le générateur de déstockage DSK dans le circuit de base de T32.

Déstockage

La charge de C31 acquise pendant le cycle de découpage précédent est telle que, lorsque le circuit de simulation de courant primaire sature le circuit de *stop* (T37-T38), une tension négative est appliquée sur la base de T32 (BU-alim.). C31 réalise le générateur de déstockage (fig. 47). Le circuit de simulation de courant primaire détermine le début de blocage du BU-alim. (phase 3 du cycle de découpage, déstockage du transistor). Le primaire du transformateur se trouve en série sur l'impédance de fermeture C33. Le courant décroît ; les tensions sur les enroulements s'inversent.

Sécurité primaire mesure de i_C

L'élément R33 placé en série dans l'émetteur du BU-alim. (fig. 43) permet de produire une tension image du courant du courant de collecteur du transistor. Cette tension est appliquée via un diviseur constitué de R46 et R44 sur l'entrée du circuit de *stop* (base de T37).

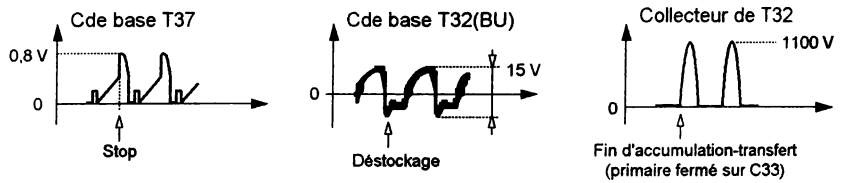


Fig. 48 : Oscillogrammes caractéristiques du fonctionnement de l'alimentation ICC4.

Régulation de *Uligne*

Le concepteur a prévu de réaliser la régulation de Uligne à l'aide d'une alimentation à découpage auxiliaire dont la structure simplifiée est donnée figure 49.

T54 est le transistor de découpage de l'alimentation régulée auxiliaire. Sa commande est réalisée à partir des fonctions internes au TEA2026 (dont l'oscillateur ligne).
La bobine *L*54 est en série dans le circuit U_1 = +90 V issue de l'alimentation principale. Quand T54 est saturé, *L*54 est réceptrice et accumule de l'énergie (ce fonctionnement est celui décrit dans la phase 2 du cycle de découpage). Simultanément, l'anode de la diode D57 est pratiquement au potentiel de la masse : D57 est bloquée, aucune énergie n'est transmise vers le condensateur *C* (fig. 50).

Quand T54 est bloqué, le potentiel de l'anode de D57 est libéré. La diode devient conductrice, le courant circulant dans la bobine décroît. La bobine devient alors génératrice ; la tension à ses bornes s'inverse. L'énergie emmagasinée dans le circuit est transférée et la capacité C57 se charge à une tension $V_s = V_e + U_L$ (fig. 51 et 52).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

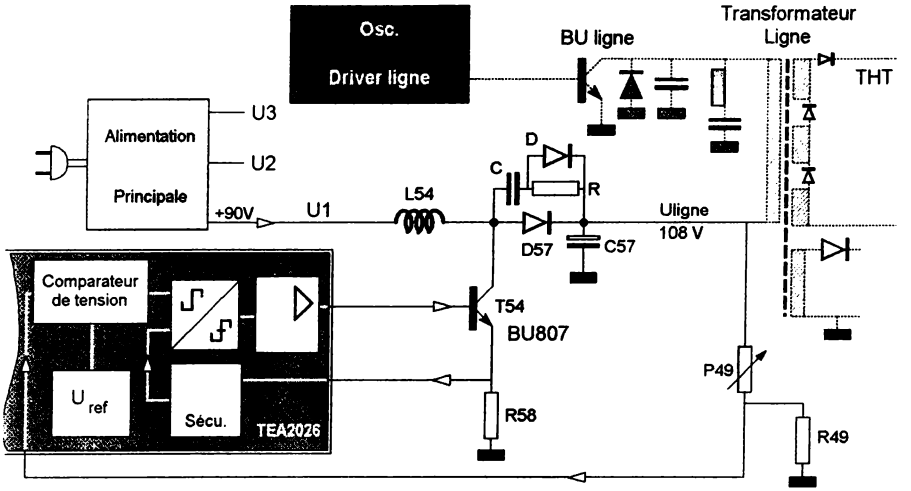


Fig. 49 : Châssis ICC4 : production et régulation de Uligne.

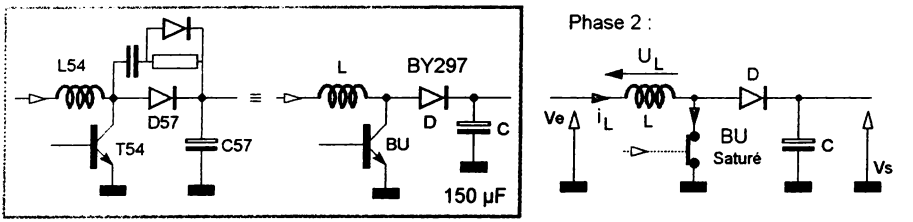


Fig. 50 : Pendant la phase 2, la bobine accumule de l'énergie.

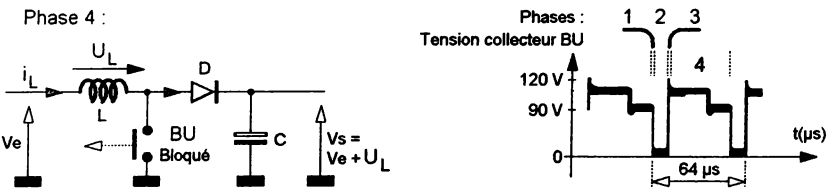


Fig. 51 : Pendant la phase 4, l'énergie est transférée au condensateur C.

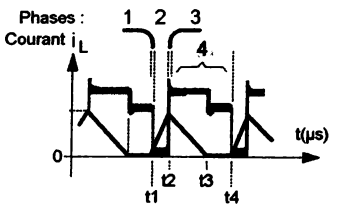


Fig. 52 : Oscillogramme du courant i_L .

Pendant la phase 2 (durée *t*1 à *t*2), le BU est saturé (fig. 50). Le courant *iL* circulant dans la bobine croît linéairement. En phase 4 (fig. 51), la bobine est génératrice pendant l'intervalle {*t*2+, *t*3} : le courant décroît vers zéro. En fin de phase 4 (de *t*3 à *t*4), l'énergie a été totalement transmise au condensateur *C*. Le courant dans le circuit est nul, la diode D est à nouveau bloquée, le circuit est au repos (fig. 52).

REMARQUE
- L'accumulation de l'énergie et le transfert vers le circuit d'utilisation ne sont pas simultanés. Le fonctionnement est de type *fly-back*.
- L'élément d'accumulation (bobine *L*54) est en série dans le circuit de charge et la tension de sortie V_s est supérieure à la tension d'entrée V_e. Dans le cas présent, V_s = Uligne = 108 V, alors que V_e = U1 = 90 V.
- En absence de commande de découpage (T54 bloqué), le condensateur C57 se charge à environ 90 V. Cette mini tension Uligne permet à l'étage de puissance ligne de démarrer.

La cellule *R*, *C*, *D* câblée en parallèle sur D57 est nécessaire à l'amortissement des suroscillations apparaissant lors de l'ouverture du transistor de découpage T54. La diode D doit être une diode rapide.

Organisation structurelle permettant le fonctionnement en veille du téléviseur

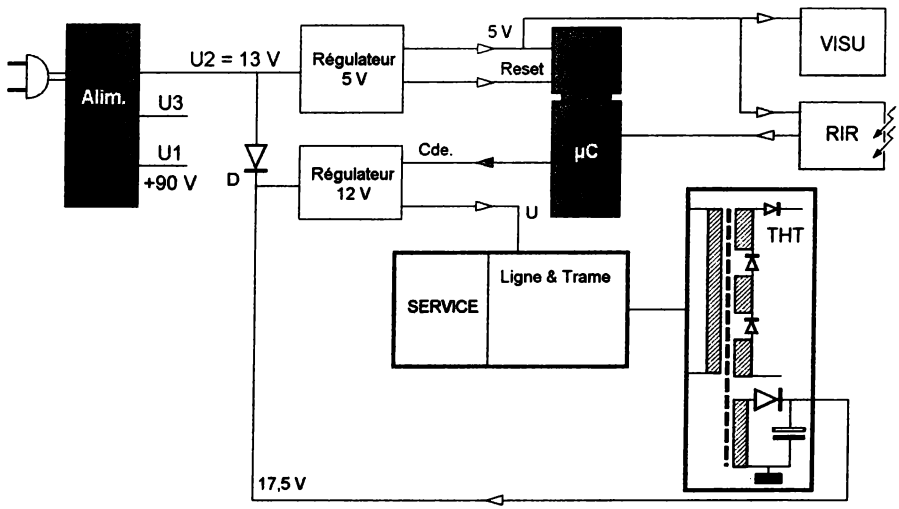


Fig. 53 : Alimentation et commande de sortie de veille.

Le régulateur 12 V comporte une commande issue du microcontrôleur de gestion (fig. 53).
En veille, le régulateur 12 V ne fournit pas de tension en sortie, la fonction service ne fonctionne pas. Les circuits de balayage ligne et balayage trame sont au repos.

Alimentation fly-back *type CUC44**, CUC53** (GRUNDIG)*

Cette alimentation utilise un circuit intégré TDA4605. Le transistor de découpage est un MOSFET de puissance (*Metal Oxyd Semiconductor Field Effect Transistor*).

On remarque le rôle particulier de l'enroulement de service {7 ; 11} de la figure 54 :

• il fournit l'alimentation en régime établi *via* D53 vers la broche 6. En régime de fonctionnement, la tension de la broche 6 est supérieure à la tension de démarrage fournie *via* R33.

• par D61, la tension issue de l'enroulement {7 ; 11} constitue la tension de mesure (Umesu.) à destination du régulateur interne au TDA4605,

• cette tension est comparée à une référence interne.

REMARQUE Pour que cette tension soit significative et donc proportionnelle à la tension Uligne, il faut que les enroulements {7 ; 11} et {4 ; 12} soient câblés dans le même sens.

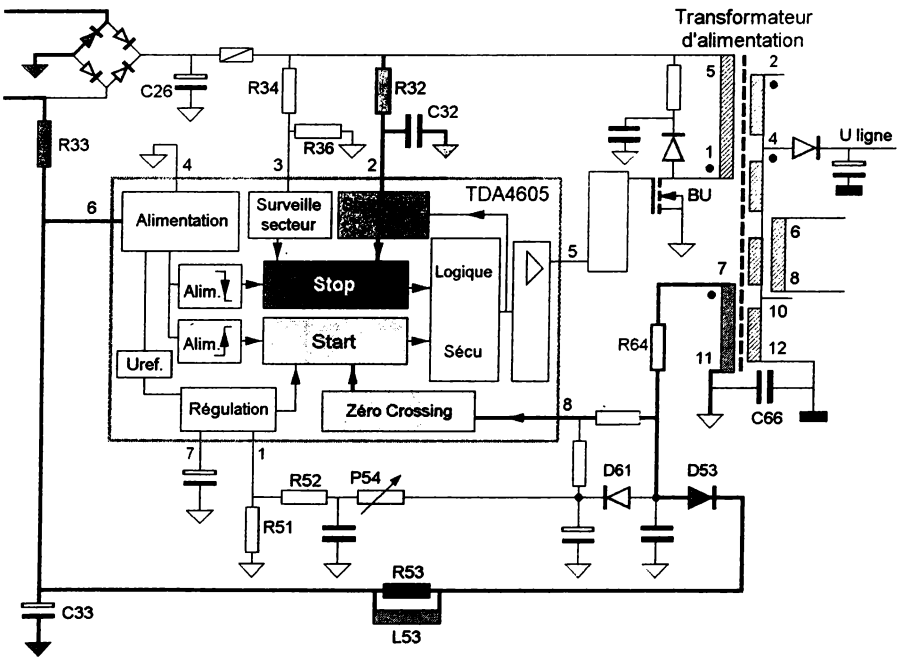


Fig. 54 : Schéma structurel de l'alimentation CUC4400 (GRUNDIG).

Démarrage de l'alimentation

Après mise sous tension, C26 (150 µF) se charge à 300 V *via* le pont de Graetz, le primaire du transformateur peut être alimenté (fig. 54).

Simultanément, C33 (100 µF) se charge à travers R33 (39 kΩ) *via* une diode du pont de Graetz. Une tension est alors présente sur la broche 6 du TDA4605.

Dès que la tension broche 6 atteint et dépasse le seuil de démarrage, les fonctions internes au TDA sont validées et en particulier :

• le circuit de surveillance secteur vérifie que la tension broche 3 est suffisante (de l'ordre de 1,1 V au minimum). Cette tension étant proportionnelle à la tension secteur, elle permet de ne pas autoriser le fonctionnement en cas de sous alimentation importante du téléviseur,

• les circuits de *start-stop* autorisent une salve de commande de découpage. Cette salve de commande de découpage est présente en sortie du TDA sur la broche 5.

La consommation du TDA démarre ; le courant consommé broche 6 atteint 12 à 14 mA. Le renouvellement de l'énergie stockée dans C33 ne peut être assuré par le courant traversant R33. La tension d'alimentation aux bornes de C33 chute.

Quand le circuit primaire de l'alimentation est en bon état, la salve de commande de découpage est transmise sur la *gate* de BU (MOSFET de puissance type BUZ90A) et une séquence de découpage est exécutée. Une tension est induite sur chacun des secondaires du transformateur et en particulier sur l'enroulement de service primaire {7 ; 11}. Cette tension redressée par D53 est filtrée et régénère la charge de C33. La tension broche 6 monte aux environs de 12 V et informe le TDA du passage au fonctionnement en régime établi.

Le condensateur câblé broche 7 du TDA4605-3 est l'élément extérieur d'une fonction de *soft start*. Il permet de limiter la durée de saturation du BU (accumulation de l'énergie dans le primaire, phase 2) lors du démarrage du téléviseur et de la montée des tensions.

Fonctionnement en régime établi

REMARQUE Les fréquences de découpages sont différentes, selon que l'alimentation est équipée d'un TDA4605 ou d'un TDA4605-3.

Fréquence de découpage	En veille ou au démarrage	En régime établi
TDA4605 TDA4605-3	environ 180 kHz de 20 à 40 kHz	de l'ordre de 70 kHz de 90 à 120 kHz

Le démarrage d'un cycle de découpage est géré par le circuit de *start*. Lorsque le transfert de l'énergie accumulée dans le primaire du transformateur vers les secondaires est achevé, l'information de démagnétisation générée sur l'enroulement de service {7 ; 11} est transmise broche 8 du TDA et autorise le démarrage du cycle de découpage (mise en saturation du BU). Le circuit de régulation n'autorise pas le *start* si une surtension est constatée sur les enroulement secondaires (sécurité).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

L'interruption de la saturation du BU (blocage du BU) est commandé par le circuit de *stop* dès que le circuit de simulation de courant primaire i_P atteint une valeur limite prédéterminée par les caractéristiques internes du TDA.
En fonctionnement normal, le circuit de régulation pondère le circuit de simulation de i_P par une précharge du condensateur C32. Cette initialisation du circuit de simulation de i_P et la précharge de C32 sont réalisées pendant que le BU est bloqué (phase 4, transfert de l'énergie accumulée vers les secondaires).

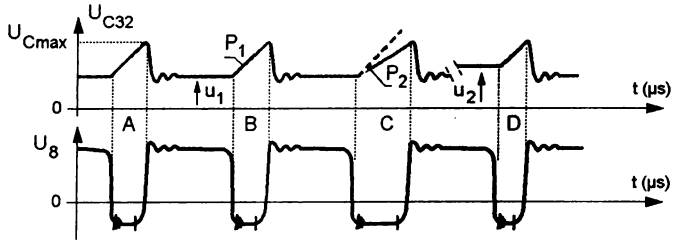


Fig. 55 : La tension U_{C32} est l'image du courant primaire (simulation de i_P).

Les oscillogrammes de la figure 55 résument le fonctionnement des circuits de commande de découpage. L'oscillogramme U8 représente les variations de la tension présente broche 8 du TDA. Cette tension issue de l'enroulement de service {7 ; 11} est alternative. Les fronts descendants représente la fin du transfert de l'énergie accumulée au primaire vers les secondaire (fin de démagnétisation).

Situation	Description
A ; B	En régime établi, la précharge u_1 représente le résultat de l'action du circuit de régulation. Dès que la démagnétisation du transformateur est terminée, le BU est amené à la saturation et le circuit de simulation de i_P libère la tension aux bornes de C23 qui est croissante selon une rampe (fonction exponentielle).
B	La pente P_1 de la rampe dépend des valeurs de R32, C32 et de la tension 300 V, image de la tension secteur. Quand la valeur U_{Cmax} est atteinte, le circuit de *stop* interrompt la commande de saturation du BU.
C	Suite à une baisse de la tension secteur, la pente P_2 caractérisant la vitesse de charge de C32 diminue. Maintenir plus longtemps la commande de saturation du BU pour accumuler la quantité d'énergie nécessaire au téléviseur. ▶

	Remarque Si une augmentation de la tension secteur se produit, la pente de charge de C32 est plus importante et la tension U_{Cmax} est plus rapidement atteinte. Il faut maintenir moins longtemps la commande de saturation du BU pour accumuler la quantité d'énergie nécessaire au téléviseur.
D	Suite à une diminution momentanée de la consommation des étages de puissance du téléviseur (vidéo ou son), le circuit de régulation informe le circuit de simulation de i_P qui précharge le condensateur C32 à une tension $u_2 > u_1$: la tension de charge U_{Cmax} sera plus rapidement atteinte et la durée de la commande de saturation du BU en sera réduite d'autant.

Le schéma partiel 56 montre l'évolution du circuit de régulation quand l'alimentation à découpage équipe des châssis à tube *grand format* et voie son stéréo. Les références sont celles du châssis CUC 5371F.

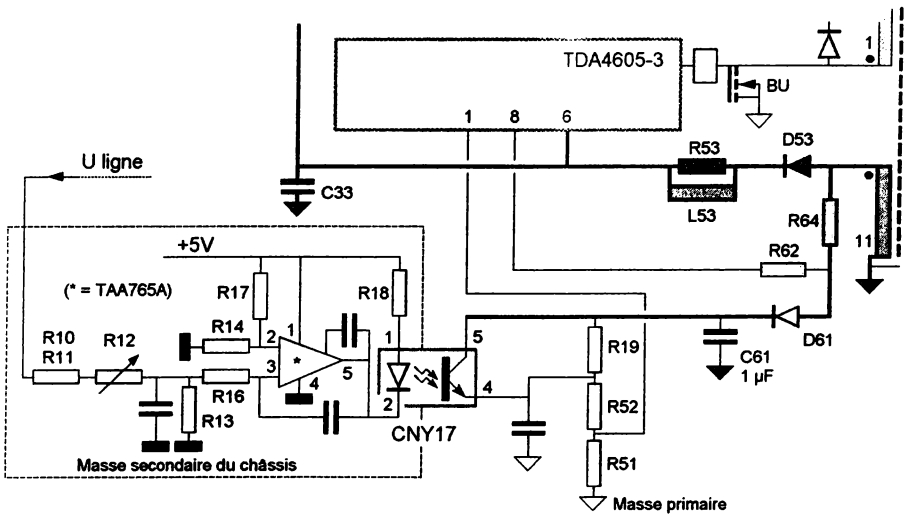


Fig. 56 : Schéma partiel de l'alimentation CUC5371F (GRUNDIG).

L'enroulement de service primaire n'est plus utilisé pour obtenir Umesu. (tension image de Uligne). La tension de mesure est obtenu directement à partir de Uligne et d'un pont diviseur constitué de R10, R11, R12 (ajustable) et de R13. L'opto-coupleur CNY17 assure l'isolement galvanique entre les circuits référencés à la masse primaire et ceux référencés à la masse secondaire.

Considérons une baisse de Uligne due par exemple à une augmentation de la consommation des étages vidéo de puissance. La diminution de la tension de mesure de Uligne présente en entrée inverseuse (broche 3) du TAA765A provoque une augmentation de la tension de sortie de l'amplificateur (broche 5). La différence de potentiel aux bornes de la *led* de l'opto-coupleur s'en trouve réduite d'autant, réduisant ainsi l'énergie lumineuse émise. Le phototransistor est moins conducteur. La tension aux bornes de R5 diminue et informe la broche 1 du TDA. La durée de commande de saturation du BU en sera allongée d'autant.
En régime de fonctionnement normal, la tension en entrée de la broche 1 (entrée de la commande de régulation) du TDA 4605 ou TDA4605-3 est de l'ordre de 400 mV.

Liaison entre masses primaire et secondaire

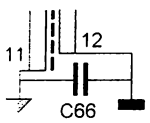


Fig. 57.

Si les solutions à ce problème sont en générale faciles à mettre en œuvre, il est sans doute utile de préciser quelques points particuliers.
La lecture du schéma 57 montre le condensateur C66 reliant les masses primaires et secondaire (lire le dessin de l'implantation ou observer le pistage sur un châssis pour mettre en évidence l'existence de la boucle dessinée par la piste de masse). Le modèle électrique de la piste de masse est caractérisée par une résistance et par une inductance. Cet implantation permet de réduire le rayonnement du téléviseur. Suite à une intervention, il est important de ne pas modifier l'implantation du condensateur ou de surcharger les pistes avec de la soudure.
La lecture (attentive !) du schéma (« CUC 4400 » ou « CUC 5371F » par exemple) révèle qu'une résistance repérée R27 de 4,7 MΩ est câblée entre la masse primaire et la masse secondaire. Cet élément est essentiel au fonctionnement du circuit informant le microcontrôleur de gestion quand on met en route le téléviseur par le bouton marche/arrêt, le circuit étant référencé sur la masse secondaire alors que la commande de ce circuit est référencé sur la masse primaire.

Alimentation fly-back *type IKC2 (THOMSON)*

L'alimentation est une alimentation synchrone. Le concepteur a prévu le démarrage et le fonctionnement en veille sans avoir à utiliser une alimentation auxiliaire. Le circuit primaire de l'alimentation comporte un oscillateur de service ou oscillateur de démarrage. Lors du passage au fonctionnement en régime établi, le fonctionnement de l'oscillateur est inhibé.
Le schéma partiel de la figure 58) met en évidence les circuits d'alimentation de service primaire. La tension d'alimentation est obtenue sur C28. L'organisation est habituelle. On note la présence d'une alimentation séparée pour alimenter l'oscillateur de service nécessaire au démarrage et au fonctionnement en veille de l'alimentation en découpage. La tension d'alimentation de l'oscillateur de service est disponible aux bornes de C7.

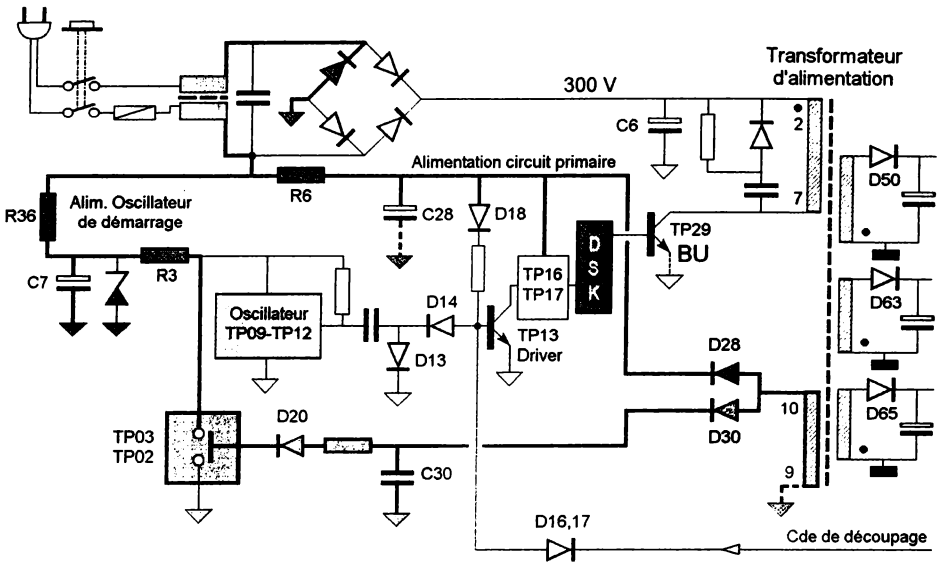


Fig. 58 : Schéma partiel de l'alimentation IKC2 (THOMSON).

Circuits de commande du BU (fig. 59)

À la mise en route, la base de TP13 est portée à un potentiel haut *via* R13 : le *driver* TP13 est saturé. La base du *push-pull* TP16-TP17 est à un potentiel proche du potentiel de la masse primaire. TP16 est bloqué alors que TP17 est saturé imposant le blocage du BU-alim. TP19.
On résume l'état naturel de repos des transistors au primaire :

TP13 (*driver*)	TP16 (*pull*)	TP17 (*push*)	TP29 (BU)
saturé	bloqué	saturé	bloqué

Cet état naturel de repos est vérifiable quand on débranche l'oscillateur de service fonctionnant en veille ou au démarrage (D14) ou si on supprime l'alimentation de l'oscillateur de service (dessouder R36).

En régime de fonctionnement établi (mode télévision), la commande de découpage est fabriquée à partir du circuit de régulation secondaire et de l'impulsion de retour ligne, l'alimentation étant synchrone. La commande de découpage est disponible en sortie d'un second transformateur permettant d'assurer l'isolement galvanique entre les circuits secondaires et les circuits primaires. Cette commande de découpage est une tension rectangulaire alternative à rapport cyclique variable, appliquée sur la cathode de D17.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

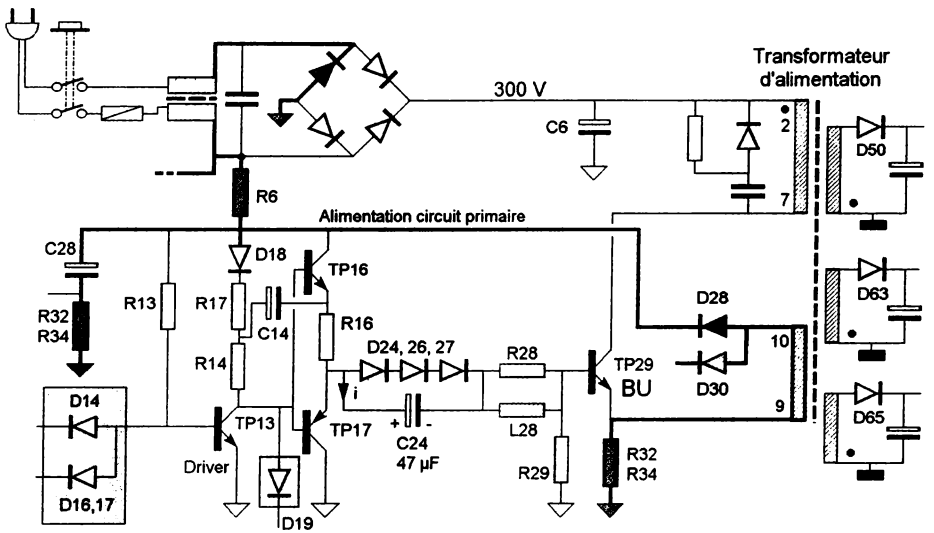
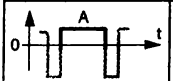


Fig. 59 : Circuit de commande du transistor de découpage TP29.

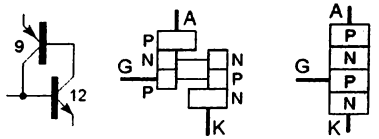
Cde base TP13	TP13 (*driver*)	TP16 (*pull*)	TP17 (*push*)	TP29 (BU)	Énergie
Fig. 60.	bloqué(1)	saturé, régénère de générateur de déstockage	bloqué	saturé VCE ≈ 0	accumulation dans le primaire du transformateur
 *Fig. 60a.*	saturé(2)	bloqué	saturé	déstockage et blocage	transfert sur les secondaires et démagnétisation

(1) Dans cette phase du cycle de découpage, il faut s'assurer d'une commande du BU sans faille. En particulier, le *driver* doit être capable de maintenir la saturation de TP16. Un appoint d'énergie de commande est apporté par C14 (47 µF) qui est monté en condensateur *bootstrap*.

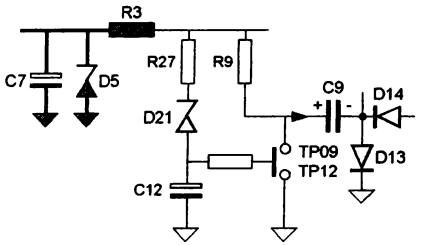
(2) En fin de la phase d'accumulation, on démarre la phase 3 de déstockage : la tension négative est fournie par le générateur de déstockage réalisé autour de C24. La charge de C24 est régénérée lors de la phase d'accumulation de l'énergie dans le primaire, c'est à dire quand le BU-alim. est saturé (phase 2). Les diodes D24, D26 et D27 limitent la tension sur C24.

Oscillateur de service (fig. 66)

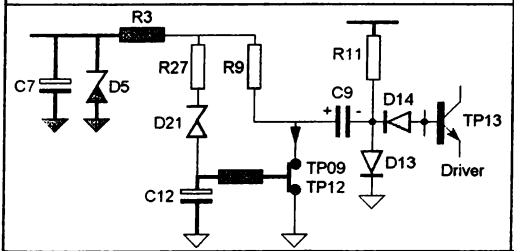
L'oscillateur est réalisé sur la base d'un montage en thyristor des transistors TP09 et TP12. Pour arrêter le fonctionnement de l'oscillateur, on utilise une seconde structure équivalente à un thyristor réalisée par TP02 et TP03.



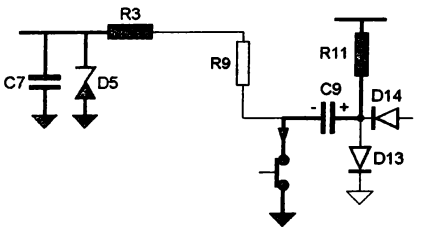
Quand on étudie la structure interne de chaque transistor, on vérifie simplement que l'agencement des transistors TP09 et TP12 réalisent une structure équivalente à celle d'un thyristor.



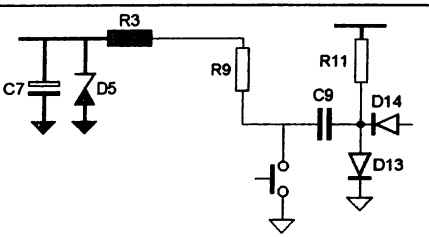
À la mise sous tension du téléviseur par le bouton marche/arrêt, C12 ne commence à se charger que lorsque la tension d'alimentation de l'oscillateur est supérieure à la tension zéner de D21 soit 6,8 V. Le thyristor TP9-12 est bloqué. C9 se charge à travers R9 *via* D13.



Lorsque la charge de C12 devient suffisante pour enclencher le fonctionnement du thyristor. l'armature positive du condensateur C9 est abaissée à un potentiel voisin de la masse. Une impulsion négative apparaît sur la cathode de D14 qui est rendue conductrice : TP13 est bloqué.



Compte tenu de la faible capacité de C9, l'impulsion négative est de courte durée. La diode D14 se bloque. Le *driver* TP13 est à nouveau saturé (état naturel de repos). Un courant s'établit par R11 et charge C9 en sens inverse assurant ainsi un courant suffisant dans le thyristor.



Quand C9 est chargé, le courant d'anode du thyristor n'est plus issu que de R9. La valeur de la résistance (100 kΩ) est trop importante et le courant est inférieur au courant de maintien du thyristor qui se bloque.
Un nouveau cycle peut démarrer.

Fig. 61 à 65 : Fonctionnement de l'oscillateur.

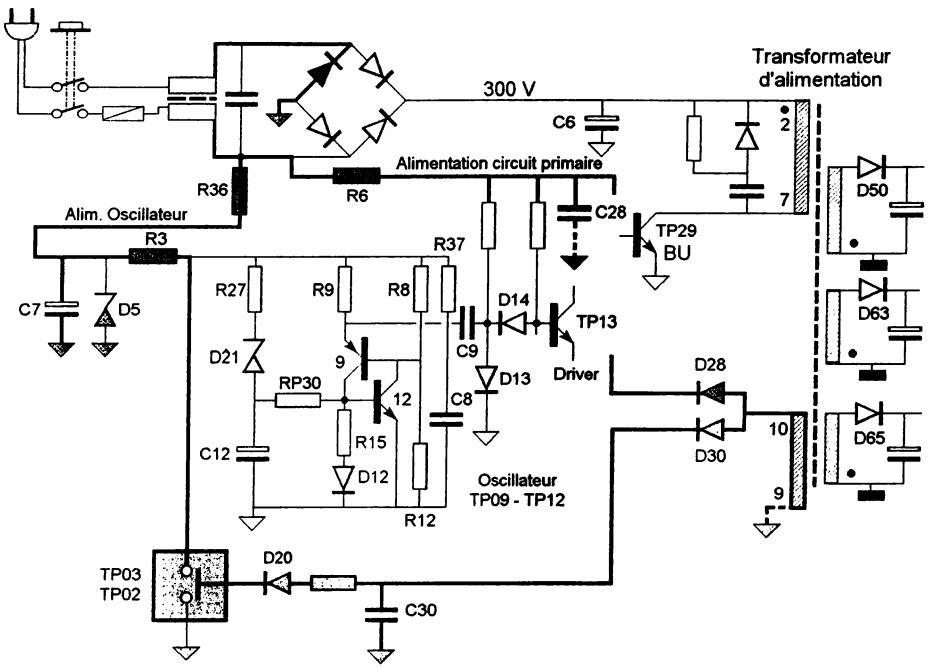


Fig. 66 : Structure de l'oscillateur de service.

L'oscillateur de service délivre une tension de commande dont la fréquence est supérieure à 100 kHz.
Plusieurs périodes de découpage sont générées, et pour chacune d'elles :
• une petite quantité d'énergie est accumulée puis transférée sur les secondaires,
• tant que les circuits de charge ne consomment pas d'énergie, on observe une montée de la tension sur les condensateurs de filtrage secondaires (principe de la *pompe à diode*).

Lors du démarrage du téléviseur ou lors du fonctionnement en veille, il est donc nécessaire de surveiller la montée des tensions secondaires. Deux situations sont envisageables :
• Le téléviseur est en mode veille. Dès que les tensions secondaires atteignent une certaine valeur, interrompre le fonctionnement de l'alimentation jusqu'à ce que l'énergie stockée sur les condensateurs de filtrage secondaires soit consommée.
• Le téléviseur démarre par le bouton marche/arrêt. Le fonctionnement est comparable au fonctionnement en mode veille jusqu'à ce que le circuit de régulation secondaire prenne le relais et assure le fonctionnement en régime établi.

Dans les deux cas, on observe des salves de découpages générées par l'oscillateur de service. Un circuit de régulation primaire est nécessaire pour déterminer la durée et la périodicité des salves.
Cette fonction est assurée à partir de l'enroulement de service primaire. La tension mesurée sur C30 est l'image des tensions secondaires. Quand un certain seuil est atteint, le circuit inhibe le fonctionnement de l'oscillateur de service jusqu'à ce que l'énergie stockée soit consommée (fig. 66).

Circuit de régulation secondaire (fig. 67)

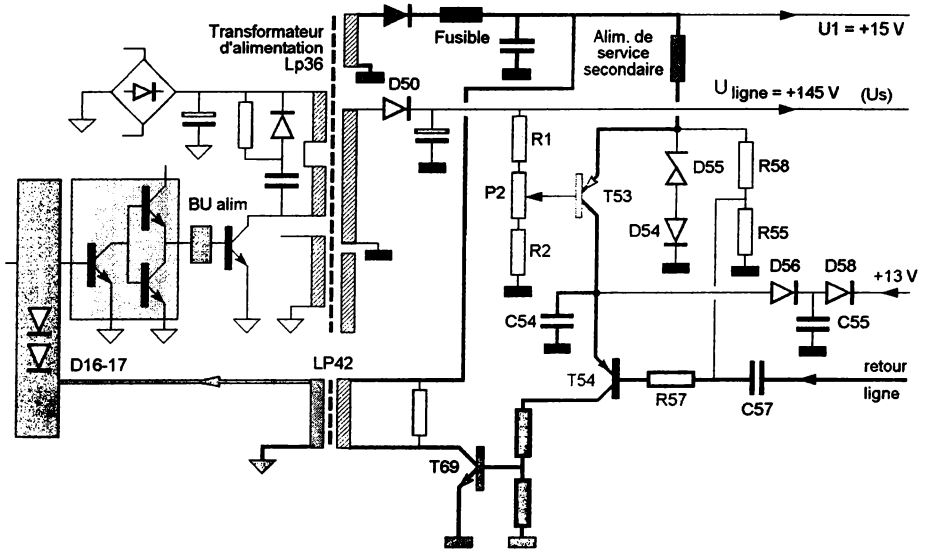


Fig. 67 : Circuit de régulation et élément de couplage LP42.

T53 fonctionne en comparateur :
• la tension de référence (*Uréf.*) est donnée par D55 et D54 (4,7 V + 0,7 V) quand la tension *U*1 = +15 V est présente,
• la tension de mesure (Umesu.) est sur le curseur de P52. Elle est directement proportionnelle à Uligne que l'on souhaite réguler.
T53 se comporte en source de courant contrôlé par le résultat de la comparaison de Uréf. avec Umesu. Le courant de T53 charge plus ou moins le condensateur C54, ce qui détermine le potentiel d'émetteur de T54 (de l'ordre de 4,9 V en régime établi).
L'impulsion de retour ligne est différenciée par C57 = 10 nF puis alignée sur une composante continue de l'ordre de 5,1 V prélevée sur R55.
T54 entre en conduction sur les flancs descendants des impulsions de retour ligne différenciées. La conduction se fait plus ou moins tôt selon la charge de C54 (dépendante du résultat de la comparaison de Uréf. et Umesu.).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

T54 se bloque sur les flancs montants des impulsions de retour ligne différenciées.

T69 est un *driver*. LP42 permet d'assurer l'isolation galvanique entre le circuit primaire (masse primaire) et le circuit secondaire (masse secondaire du téléviseur). Après alignement et mise en forme, l'impulsion synchrone de retour ligne de rapport cyclique variable (résultat du circuit de régulation) informe les circuits de commande du transistor de découpage (BU).

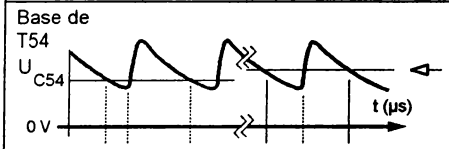
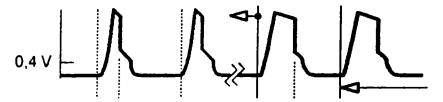
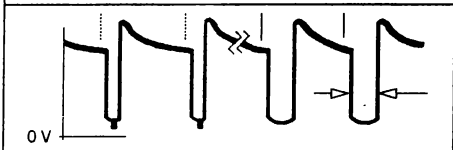
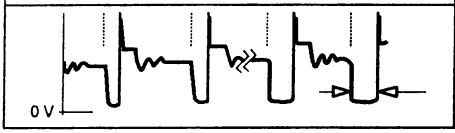
Oscillogrammes	Remarques
	Si Uligne diminue suite à une augmentation de la consommation du téléviseur le potentiel de base de T53 diminue : la conduction T53 (PNP) augmente. La tension aux bornes de C54 croît. T54 conduit plus tôt.
	L'oscillogramme est mesuré sur le collecteur de T54. Quand Uligne diminue, le début de la conduction de T54 est avancé.
	L'oscillogramme est mesuré sur le collecteur de T69. La durée de saturation du *driver* T69 est allongée.
	Le rapport cyclique augmente. Le temps de saturation du BU (accumulation de l'énergie) est plus long. Saturation du BU (tension mesurée sur le collecteur).

Fig. 68 à 71 : Oscillogrammes caractéristiques du circuit de régulation.

Circuits de sécurité (fig. 72)

Surveillance du courant collecteur du BU

Le courant collecteur du BU est matérialisé par la tension aux bornes de R32 et R34. Si le courant dans le BU dépasse la valeur maximale autorisée, la tension produite aux bornes de R32-34 est divisée par le pont constitué de R18, R26 et appliquée à la base de T19 qui, *via* D19, interrompt la commande issue du *driver* TP13.

Surveillance surtension secondaire

L'enroulement de service {10 ; 9} est en phase avec les autres enroulements secondaires du transformateur. Cet enroulement qui permet d'obtenir la tension nécessaire à la polarisation des circuits primaires, permet également de surveiller la tension induite sur les secondaires :

• les transferts d'énergie sur les enroulements secondaires étant simultanés, les tensions induites sont dans le rapport des nombres de spires des secondaires,

• la tension induite sur {10 ; 9} est l'image de la tension sur l'enroulement {20 ; 18} produisant Uligne, et est proportionnelle à Uligne.
Surveiller les tensions induites sur les secondaires et en particulier la haute tension donnant Uligne, c'est éviter de dépasser les tensions d'isolement des éléments réalisant le transformateur,
• il y a redondance avec la régulation, mais en cas de rupture du circuit de régulation, on peut imaginer que cette surveillance des tensions secondaires peut éviter la montée en tension des secondaires et la rupture des isolements. On peut dire que cette sécurité est la surveillance de la tension Uligne.

Surveillance tension secteur ou tension récurrente

Cette mesure réalisée à partir de C10, R10, D10, permet de surveiller une montée brutale de la tension secteur ou d'une tension récurrente intempestive. Le résultat de la mesure est appliqué sur la base de TP19 qui interrompt la conduction du transistor de découpage TP29.

Sécurité externe

Une surconsommation sur l'alimentation $+U1$ = 15 V provoque une rupture de la résistance du fusible FP02. La tension de référence (D55, D54) appliquée au comparateur TP53 n'est plus réalisée. La commande de régulation se bloque et les informations de découpage issue du retour ligne sont arrêtées. L'alimentation passe en régime de *soft start* (ou veille).
Un défaut sur les circuits de commande du tube génère une information SP inhibant les informations de retour ligne B'. La commande de régulation (TP54) est interrompue. L'alimentation passe en régime de *soft start* (ou veille).

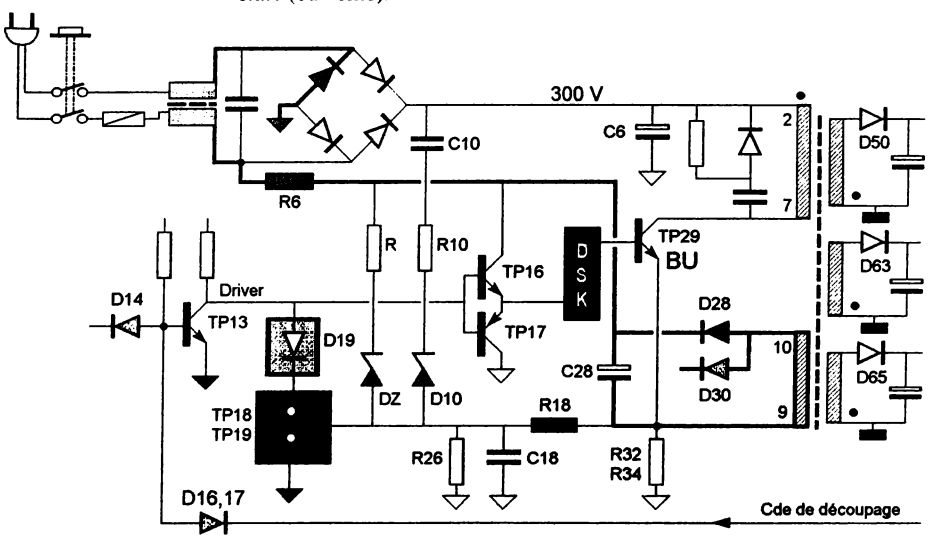


Fig. 72 : Éléments des circuits de sécurité au primaire de l'alimentation IKC2.

Alimentation fly-back *type ICC7 (THOMSON)*

L'alimentation est organisée autour d'un circuit intégré TEA2261. La tension nominale de l'alimentation du TEA2261 est de l'ordre de 13 V en broche 16. La structure interne surveille l'évolution de la tension de la broche 16 et inhibe le TEA2261 ; si la tension d'alimentation dépasse 15,7 V.

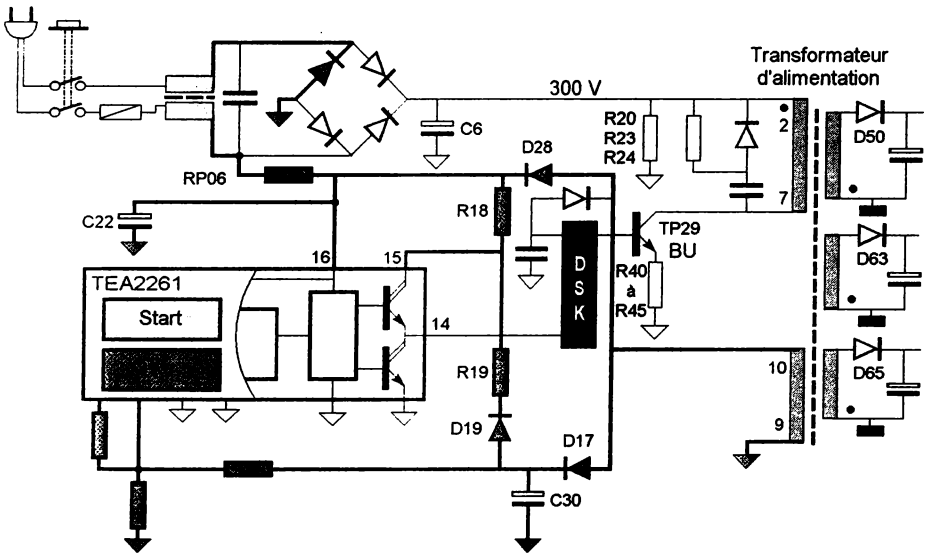


Fig. 73 : Schéma simplifié de l'alimentation ICC7 (THOMSON).

Des circuits internes réalisent un *reset* du TEA2261 lors du démarrage ou lorsque la tension d'alimentation broche 16 tombe en deçà de 7,4 V.
Le schéma partiel (fig. 73) de l'alimentation ICC7 montre l'organisation de l'alimentation de service primaire. La tension d'alimentation est disponible aux bornes du condensateur C22 (470 µF). La charge de C22 est fournie à la mise en marche par un courant circulant dans R6 et D4 (élément du pont de Graetz). En régime établi, l'enroulement de service {10 ; 9} câblé dans le sens des autres enroulements secondaires (*fly-back*), fournit l'énergie nécessaire au TEA2261 *via* D28.
La structure interne du TEA2261 montre l'agencement des transistors réalisant la commande du BU. Ces transistors sont alimentés broche 15. Afin de pouvoir disposer d'un courant important sans pour autant risquer de perturber l'alimentation générale du TEA (broche 16), on a réalisé un circuit *booster* par D17, C30 (47 µF) et D19. Ce circuit est capable de fournir les crêtes de courant nécessaires à la commande du transistor de découpage lors de la mise en saturation (phase 1 du cycle de découpage) et lors de la phase 2.

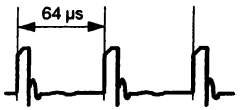


Fig. 74 : Oscillogramme de la tension broche 14 du TEA2261 (régime établi).

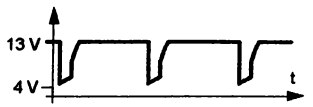


Fig. 75 : Oscillogramme de la tension d'alimentation broche 15 du TEA2261.

Générateur de déstockage DSK (fig. 76)

Il permet de fournir une crête de tension négative lors de la demande de blocage du BU-alim. en fin de la phase 2 d'accumulation. Qui plus est, on maintiendra la base du BU-alim. polarisée négativement pendant toute la durée de la phase 4 de transfert et repos afin de s'assurer que le transistor reste bloqué.

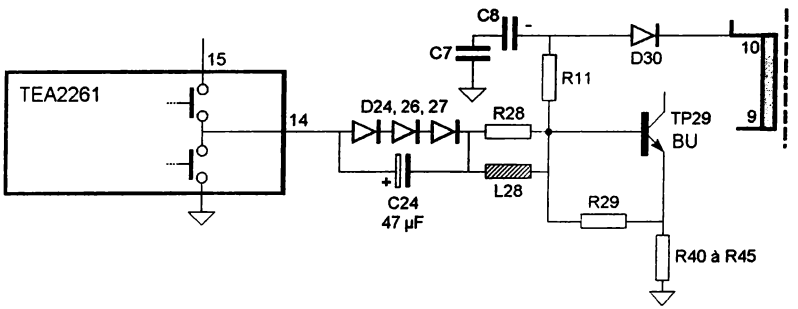


Fig. 76 : Le générateur de déstockage est en série dans le circuit de base du transistor de découpage.

Étude en régime de démarrage (ou veille)

L'alimentation type ICC7 étant une alimentation synchrone, un oscillateur interne au TEA2261 permet le démarrage et le fonctionnement en veille. Un dispositif *soft start* contrôle la montée en tension.

Le schéma interne (partielle) du TEA2261 (fig. 77) montre l'oscillateur et le dispositif de *soft start*. Les éléments câblés broches 10 et 11 déterminent en partie la fréquence propre de l'oscillateur (de l'ordre de 16 kHz). L'oscillateur fonctionne dès que la tension d'alimentation de TEA2261 dépasse 10,3 V.

La dent de scie de l'oscillateur (fonctionnement permanent) sert de base de temps à un compteur interne et informe un modulateur du genre PWM (*Pulse Wave Modulator*).

La charge de C19 est fonction de la source de courant contrôlé interne. L'oscillogramme précédent montre l'évolution de la tension aux bornes de C19 lors du démarrage ou du fonctionnement en veille.

Le circuit de *soft start* précharge le condensateur. Tant que la tension sur C19 n'atteint pas 1,5 V, il n'y a pas de commande de découpage.

Au delà du seuil de 1,5 V sur la broche 9 du TEA2261, les *pulses* de l'oscillateur sont validés et mis en forme par le circuit PWM. Le rapport

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

cyclique augmente au fur et à mesure de la charge de C19 (fig. 78). La durée de la phase 2 d'accumulation de chaque cycle de découpage augmente ainsi que l'énergie transférée aux circuits secondaires. Les tensions secondaires montent.

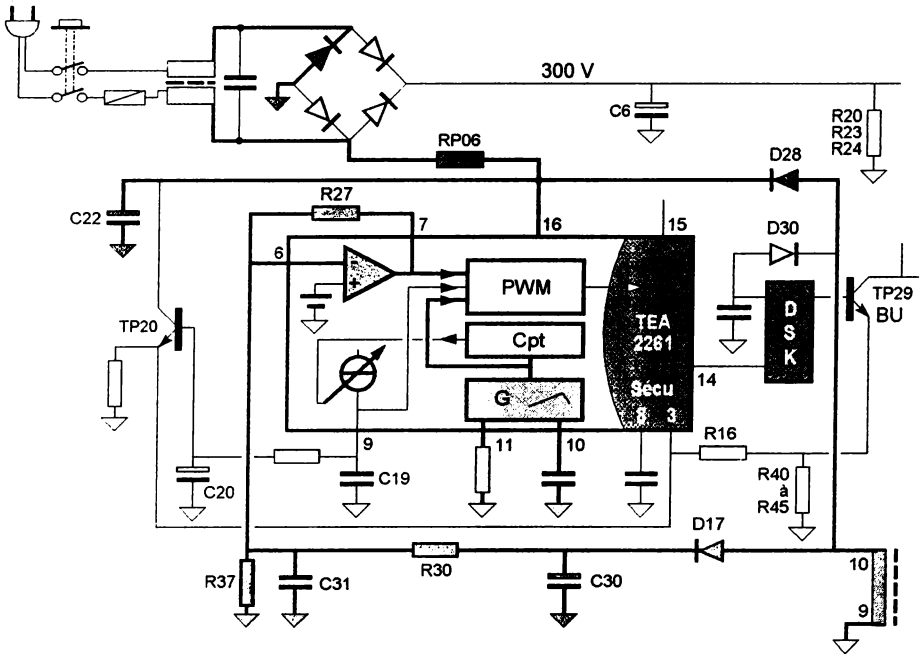


Fig. 77 : Oscillateur de service interne au TEA2261 et composants associés.

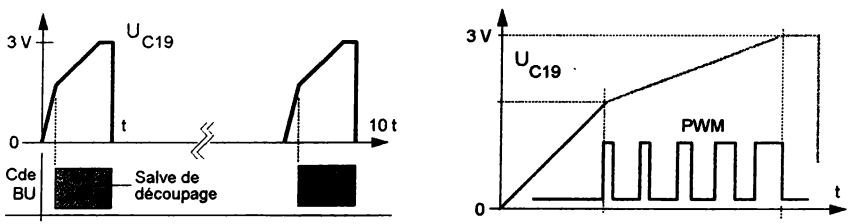


Fig. 78 : Cycle de fonctionnement au démarrage ou en mode veille.

Quand la tension aux bornes de C19 atteint environ 2,7 V, la tension fournit par l'enroulement de service {10 ; 9} disponible broche 6 est suffisante pour produire une tension d'erreur en sortie du comparateur de la boucle de régulation primaire (fig. 77). Cette tension d'erreur informe le générateur PWM. Le rapport cyclique continue d'augmenter, les tensions secondaires augmentent.

La tension aux bornes de C19 se stabilise aux environs de 3,1 V. La tension d'erreur produite par le comparateur de la boucle de régulation primaire croît jusqu'à un seuil prédéterminé. Le fonctionnement du générateur PWM est alors interrompu. La tension aux bornes de C19 peut alors décroître jusqu'à environ 800 mV.
Suite aux consommations d'énergie par les circuits secondaires, une salve de découpage est relancée quand la tension d'erreur atteint une valeur basse prédéterminée par la logique interne.

Sécurité au démarrage (ou veille)

Si pour une raison quelconque la tension induite sur l'enroulement de service {10 ; 9} ne monte pas ou si la tension de la broche 6 du TEA2261 est faible, la production de la salve n'est plus interrompue par le seuil supérieur de la tension d'erreur (fig. 77).

Dans cette éventualité, la charge de C19 se poursuit et informe TP20 à travers un circuit de temporisation : TP20 entre en conduction. Une tension est appliquée broche 3, cette broche étant l'entrée du circuit de sécurité. Le fonctionnement du TEA2261 est stoppé. Il faut débrancher complètement l'alimentation avant de tenter un nouveau démarrage.

Sortie de veille et passage au régime établi

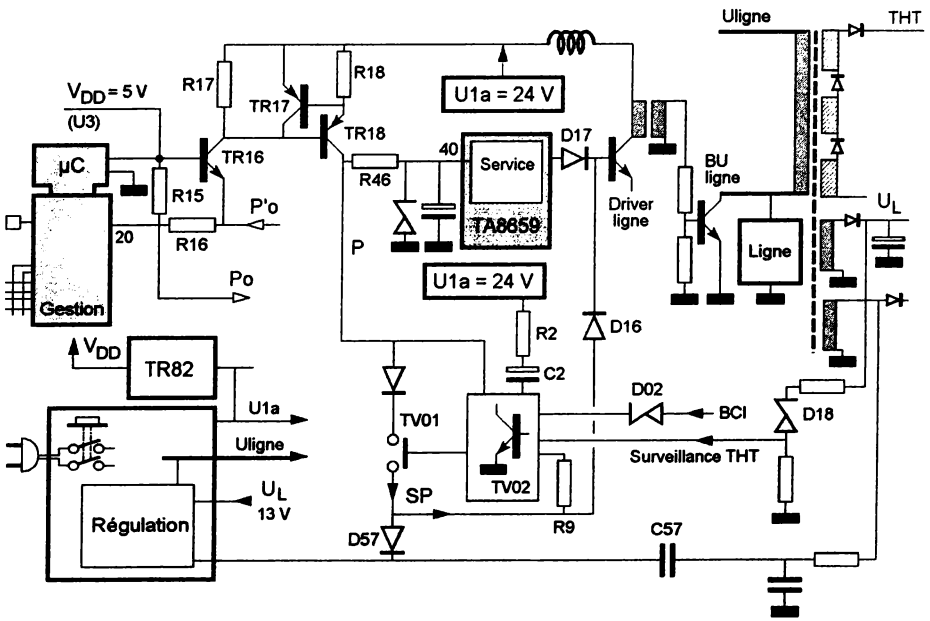


Fig. 79 : Circuit de commande de sortie de veille et sécurités.

Au fur et à mesure du déroulement de la séquence de démarrage, les tensions secondaires montent. L'alimentation continue de fonctionner en mode salve tant que le microcontrôleur ne donne pas l'ordre de sortie de veille : *Po* est à 5 V.
Un appel de chaîne à la télécommande ou au clavier doit entraîner une sortie de veille. La tension *Po* passe à un niveau bas (*Po* = 0 V). Le potentiel d'émetteur de TR16 tombe et TR16 se sature (fig. 79). les transistors TR18 et TR17 entrent en conduction :
• la fonction service est alimentée (par la broche 40 du TA8659 - IV01),
• le *driver* ligne est commandé *via* D17,
• le balayage ligne démarre. Les tensions secondaires du transformateur ligne montent. Les impulsions de retour ligne sont présentent en entrée du circuit de régulation *via* C57.

En absence de dysfonctionnement, les transistors TV01 et TV02 sont bloqués. La sortie du circuit de sécurité SP est de type haute impédance :
• la diode D16 est bloquée. La commande du *driver* ligne n'est pas interrompue,
• la diode D57 est bloquée. Le circuit de régulation secondaire de l'alimentation peut fonctionner.

Deux commandes de découpage sont alors présentes :
• une commande interne au TEA2261. Cette commande, issue du circuit PWM, est constituée de salves,
• la commande d'asservissement (permettant la régulation de Uligne) est fabriquée à partir des impulsions de retour ligne dans le circuit de régulation secondaire.

REMARQUE Information broche 1 du TEA2261. En l'absence de l'information de fin de transfert (mesurée pendant la phase 4 du cycle de découpage, cette information est encore appelée fin de démagnétisation du transformateur d'alimentation), l'alimentation continue de fonctionner en mode salve (mode veille).

La période de la commande d'asservissement étant légèrement plus courte que la période de l'oscillateur de service, le circuit de *start* interne au TEA2261 valide la commande d'asservissement quand l'information de fin de transfert est mesurée broche 1 (*zero crossing*). Les salves issues du PWM interne (et de l'oscillateur de service) sont inhibées.
L'oscillogramme mesurée sur la broche 1 du TEA2261 est l'image de la tension disponible broche 10 de l'enroulement de service du transformateur d'alimentation (fig. 80). La tension induite sur l'enroulement {10 ; 9} est alternative. En phase 2, le BU est saturé. En phase 4, l'énergie est transférée sur les secondaires. En fin de transfert, la tension induite décroît et devient négative (*zero crossing*).

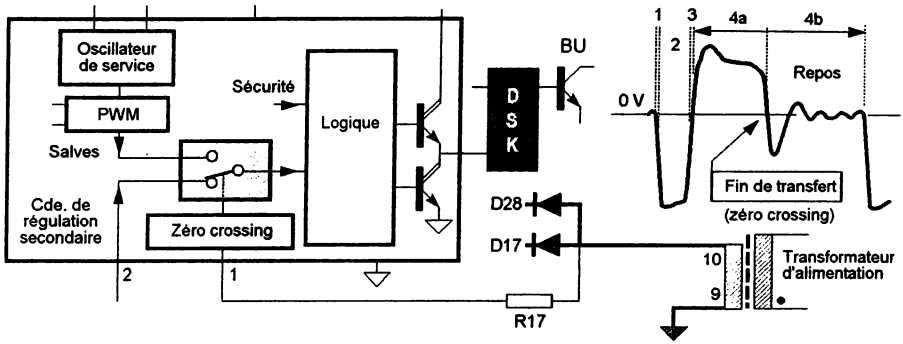


Fig. 80 : Circuit de détection de zero crossing.

Circuit de régulation secondaire

Dans son principe, le circuit de régulation secondaire de l'alimentation ICC7 (fig. 81) est inspiré du circuit de régulation mis en œuvre dans le châssis IKC2. Nous nous bornons à évoquer les évolutions suivantes :

- l'alimentation de service secondaire *U*1 passe de 15 V à 24 V. Elle alimente le transistor *driver* TP69 via le transformateur coupleur LP42,
- la tension Uréf. (nécessaire en entrée du comparateur) est obtenue aux bornes de D54 - D55 quand les diodes sont alimentées par *UL* = 13 V issu d'un secondaire du transformateur ligne.

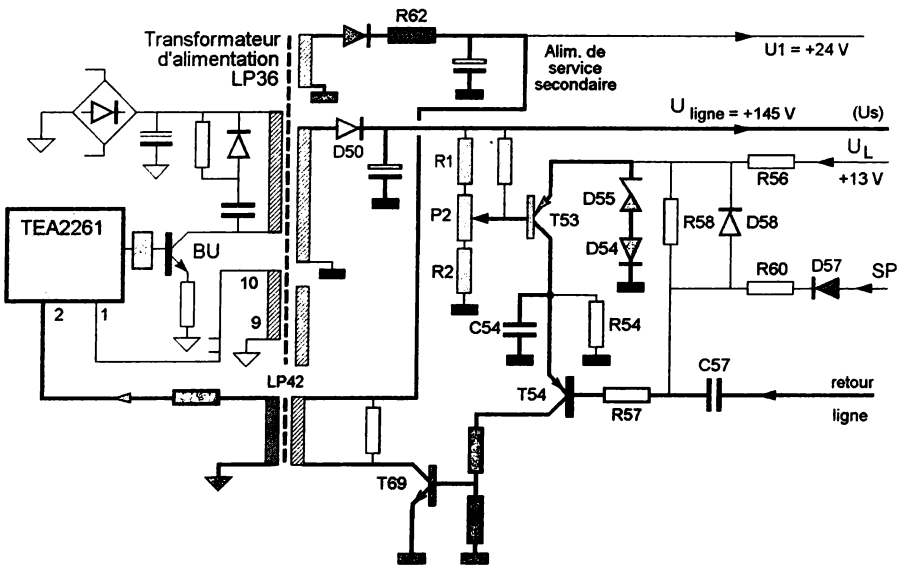


Fig. 81 : Circuits de régulation secondaire et éléments associés.

La tension Uréf. monte progressivement à la mise en route du balayage ligne (sortie de veille par exemple). La cellule D56 - C55 - D58 utilisée sur l'IKC2 n'est plus nécessaire pour limiter l'action de la régulation à la mise en marche ou à la sortie de veille.
On remarque le câblage de la commande de mise en sécurité SP. Quand la sécurité est activée, la ligne SP est portée à un potentiel voisin de 15 V. TP54 se bloque. Il n'y a plus de commande de régulation secondaire.

Circuits de sécurité

Surveillance du courant primaire

Le courant primaire est matérialisé par la tension aux bornes de R40 à R45. Si le courant primaire dépasse la valeur maximale autorisée, la tension produite aux bornes de R40-45 est appliquée via le pont diviseur R16, R35 à la broche 3 du TEA2261.

Sécurité active interne

Deux informations peuvent être présentes broche 3 du TEA2261 :
• une mise à *Vcc* générée par TP20 en cas de commande dangereuse lors du fonctionnement en mode salve de démarrage,
• l'image de la tension sur R40-45, matérialisant le courant primaire *ip* de découpage.
Le circuit interne mesure la tension présente broche 3 et la compare à deux références :

$$Upin3 > 0{,}6\ V$$

Mise en route d'un premier seuil de sécurité. Le dépassement de fonctionnement nominal est mémorisé sur C27 broche 8 du TEA2261.
Deux évolutions sont envisageables :
• un dépassement de fonctionnement et la situation redevient normale. La tension sur C27 est très inférieure à 2,6 V et la commande du transistor de découpage TP29 n'est pas interrompue. La charge de C27 retombe,
• plusieurs dépassements successifs sont mesurés. À chaque dépassement, le circuit interne incrémente la charge de C27. Lorsque la tension présente sur C27 atteint et dépasse 2,6 V la commande de découpage est inhibée et le circuit TEA2261 se bloque.

$$Upin3 > 0{,}9\ V$$

Mise en route d'un second seuil de sécurité. Le dépassement de fonctionnement nominal est mémorisé par C27. La commande de découpage est inhibée et les tensions tombent (comprise la tension *Vcc* d'alimentation du TEA2261).
Deux situations possibles :
• la tension mémorisée sur C27 est inférieure à 2,6 V avant interruption de la commande de découpage et le circuit redémarre lorsque la tension V_{CC} tombe en dessous de 7,4 V,

• la tension mémorisée sur C27 est supérieure à 2,6 V avant interruption de la commande de découpage et le circuit TEA2261 se bloque.
Le déblocage du circuit TEA2261 ne pourra se faire que par un arrêt total du téléviseur : action sur le bouton Marche/Arrêt.

Surveillance surtension secondaire :

L'enroulement de service {10 ; 9} est en phase avec les autres enroulements secondaires du transformateur. Cet enroulement permet d'obtenir la tension nécessaire à l'alimentation du TEA2261, et permet aussi de surveiller la tension induite sur les secondaires.
Les transferts d'énergie sur les enroulements secondaires étant simultanés, les tensions induites sont dans le rapport des nombres de spires des secondaires.
La tension induite sur {10 ; 9} est l'image de la tension sur l'enroulement {20 ; 18} produisant Uligne (*Us*), et est proportionnelle à Uligne.
Surveiller les tensions induites sur les secondaires et en particulier la haute tension donnant Uligne qui évite de dépasser les tensions d'isolement des éléments réalisant le transformateur.
Il y a redondance avec la régulation, mais en cas de rupture du circuit de régulation, on peut imaginer que cette surveillance des tensions secondaires peut éviter la montée en tension des secondaires et la rupture des isolements.
Un circuit interne au TEA2261, en parallèle sur la broche d'alimentation 16, stoppe le fonctionnement du TEA2261 si la tension appliquée broche 16 dépasse 15,7 V.

Surveillance +UA (alimentation son), +U2 = 7V (alimentation télétexte)

Une particularité dans la réalisation du transformateur d'alimentation : l'enroulement produisant l'alimentation de la voie son est couplé lâche avec l'enroulement primaire. Si une demande importante de courant se produit (due par exemple à l'amplification d'un son grave de forte puissance et de brève durée), la tension UA chute. Le couplage lâche évite de répercuter instantanément cet appel d'énergie tout en autorisant une dynamique importante et une puissance de crête importante.
En conséquence, il devient nécessaire de détecter un court-circuit éventuel si on ne veut pas risquer d'endommager le transformateur.

Court-circuit	Diode	Uréf.	TP53	Tension C54	TP54	Diode	TR16
UA(son) = 0	D69 conduit	0	bloqué	0	bloqué	D70 conduit	saturé
U2 (TXT) = 0	D67 conduit	0	bloqué	0	bloqué	D68 conduit	saturé

Dans les deux cas, la régulation secondaire est inhibée. La sécurité primaire est enclenchée par TP20. D'autre part, TR16 étant forcé à la satu-

ration, la fonction service est alimentée (broche 40 du TA8659 - IV01). Le balayage ligne démarre ainsi que la production des tensions secondaires sur le transformateur ligne (dont la THT). Les énergies transférées et stockées sur les secondaires du transformateur ligne sont consommées.

Surveillance des tensions secondaires du transformateur ligne et du courant de faisceau.

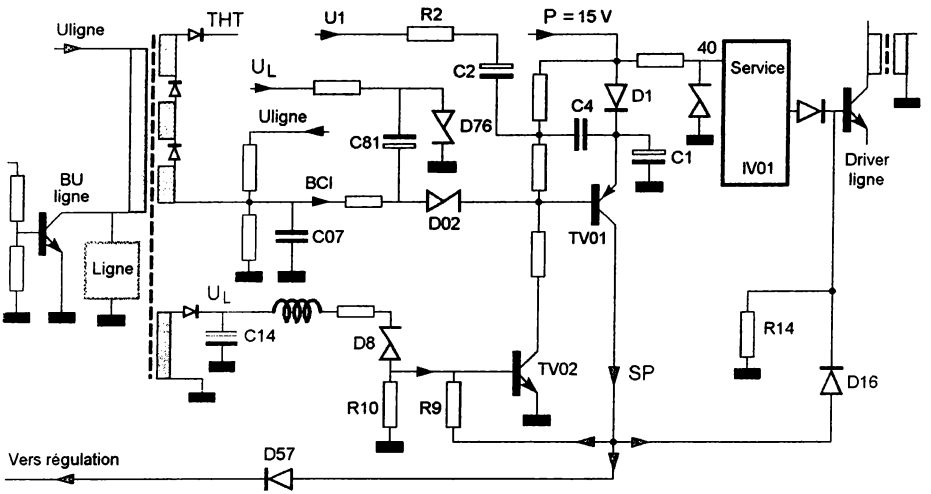


Fig. 82 : Circuits de sécurité secondaire (amplitude ligne et courant de faisceau).

Figure 82	D02	D8	Tension R10	TV02	TV01	SP
Fonctionnement normal	bloquée	bloquée	0	bloqué	bloqué	0
Montée anormale des tensions (dont THT)	---	conduit	≥ 0,7 V	saturé	saturé	15 V
Dépassement du courant de faisceau maximum :	conduit	---	---	*	saturé	15 V

* TV02 saturé par R9, confirme l'état de TV01

REMARQUE À la mise en marche ou en sortie de veille, il est nécessaire de retarder l'action de l'information de courant de faisceau (BCI – *Beam Current Information*) tant que Uligne n'est pas correctement établi. La diode zéner D76 et les composants associés limitent la tension sur l'anode de D02 à –5,1 V pour empêcher le déclenchement de la sécurité SP.

Alimentation ICC9 (THOMSON)

L'alimentation équipant le châssis ICC9 est développée sur la base du TEA2261. En première lecture du schéma, on peut dire que les critères suivants ont été mis en avant :

- recherche d'une plus faible consommation en veille,
- réglage de la tension Uligne commandé par la gestion *via* le bus I2C et circuit de régulation secondaire intégré à la fonction service,
- les demandes de mises en sécurité, obtenues quand un dysfonctionnement ou un dépassement des valeurs nominales est mesuré, sont regroupées broche 3 du TEA2261,
- quand la sécurité de second niveau a été activée ($Upin3 \geq 0{,}9$ V), un circuit de *reset automatique* permet un redémarrage de l'alimentation sans avoir à intervenir sur le bouton marche/arrêt.

Alimentation de service primaire

La tension de l'alimentation de service est disponible aux bornes du condensateur C04 (fig. 83). La capacité de C04 est de 220 µF. La charge de C04 est obtenue :

- à la mise en marche par le bouton marche/arrêt du téléviseur, à partir de la tension secteur redressée par une diode du pont. Le courant de charge est limité par RP07 et R39 et ne permet pas d'assurer le courant consommé par le TEA2261,
- l'enroulement de service {10 ; 9} câblé en direct avec le primaire du transformateur (*forward*) fournit, *via* D10, C22, le régulateur 7809 (repéré IP02 sur le schéma constructeur) et D34, un supplément de courant au démarrage afin de limiter la décharge de C04. L'enroulement {10 ; 9} étant en direct avec le primaire, c'est pendant la phase 2 d'accumulation de l'énergie au primaire que s'effectue un transfert vers C22 *via* D10,
- l'enroulement de service {8 ; 9} câblé *fly-back* prend ensuite le relais et assure l'alimentation en régime établi (mode télévision). La tension est redressée par D23.

REMARQUE Lors du démarrage et du fonctionnement en veille (mode salve), l'essentiel du courant nécessaire au TEA2261 est fourni par l'enroulement *forward via* le régulateur 7809. En mode télévision (fonctionnement en régime établi), le courant est fourni par l'enroulement *fly-back* :

- D43 est bloqué, le régulateur 7809 n'est plus *utilisé*,
- C39 se charge *via* D36 et R38 avec un certain retard (constante de temps du circuit R38, C39). Quand la tension de base du transistor TP34 atteint 0,7 V, TP34 est saturé et supprime le courant issu du secteur *via* RP07. D'autre part, si un dysfonctionnement enclenche la sécurité interne au TEA2261, le découpage s'arrête. La charge de C39 maintient saturé TP34 pendant une durée suffisante pour assurer la décharge de C04. L'alimentation broche 16 du TEA2261 étant supprimée, le circuit s'initialise. Quand la charge de C39 n'est plus suffisante, TP34 se bloque. C04 se charge à partie de la tension secteur et le processus de démarrage est relancé,
- TP34 est les composants associés réalisent ce qu'on a appelé le *reset* automatique.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

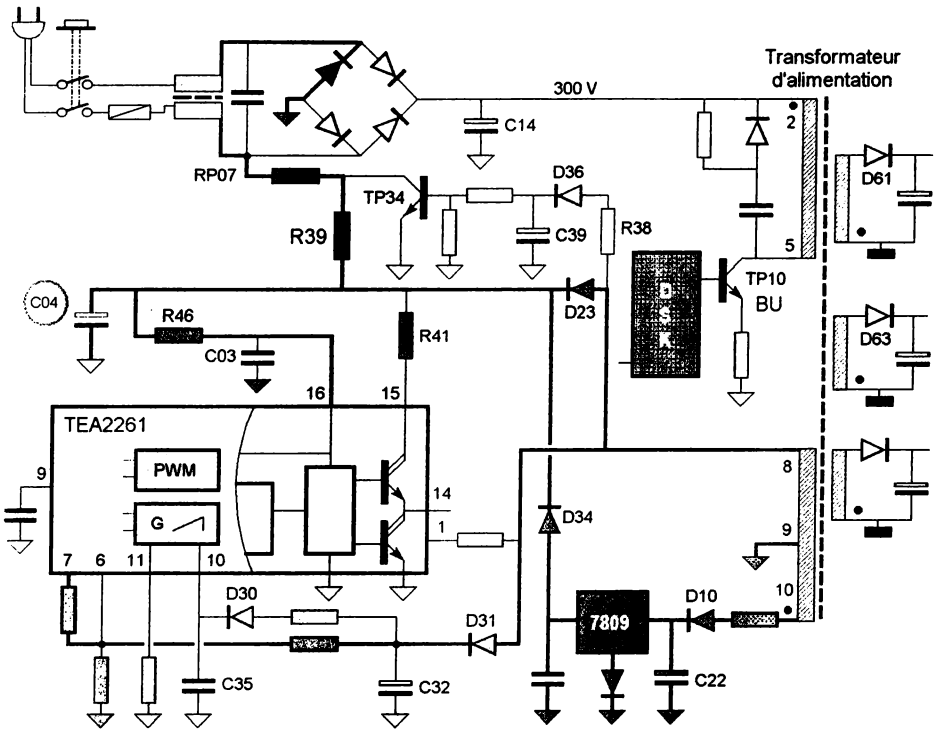


Fig. 83 : Schéma partiel de l'alimentation ICC9 (THOMSON).

Oscillateur de service

Le fonctionnement de l'oscillateur de service intégré au TEA2261 est dépendant :

- de la tension d'alimentation du TEA2261, broche 16. Cette tension doit être de l'ordre de 10,6 V en régime établi. Au démarrage, il faut environ 1,6 s pour que s'établisse la tension broche 16,
- de la valeur des composants câblés broches 10 et 11. Au démarrage ou lors du fonctionnement en veille, le courant, ramené broche 10 par la diode D30, précharge C35. La fréquence de l'oscillateur est indexée par la montée des tensions induites sur les secondaires du transformateur,
- l'oscillateur de service démarre à une fréquence de l'ordre de 2 à 3 kHz, glisse et peut atteindre 26 kHz environ,
- de la tension broche 6 du TEA2261. Quand *Upin*6 > 2,8 V, le circuit de démarrage est bloqué ; c'est la fin de la salve de découpage, les tensions secondaires retombent.

REMARQUE Si pour une raison quelconque, la tension d'alimentation broche 16 du TEA2261 atteint et dépasse 15,7 V, alors toute commande de découpage est interrompue.

Sortie de veille et passage au régime établi

En mode veille, la fonction service (interne au circuit intégré IV01-STV2160) n'est pas alimentée. La broche 13 de IV01 est à 0 V et il n'y a donc pas de production des signaux de déviation ligne et trame. La gestion est alimentée (fig. 84).

Un appel de chaîne à la télécommande ou au clavier réveille la fonction gestion. Le microcontrôleur réactive le bus I2C à destination de IV01-STV2160. Le transistor TV06 alimenté en 10 V STBY (*stand-by*) est rendu conducteur par la commande de base générée par IV01 broche 15 :

• IV01 est alimenté broche 13 ; Vcc_1 de l'ordre de 8 V. La fonction service interne au STV2160 démarre et produit la commande de balayage ligne *H-drive* à destination du *driver* ligne,

• les circuits de déviation ligne démarrent et les tensions induites sur les secondaires du transformateur ligne montent, dont en particulier le 13 V (L),

• l'impulsion de retour ligne H-FLY est récupérée sur l'enroulement secondaire {7 ; 8} du transformateur ligne. On note que cet enroulement produit la tension filament nécessaire au fonctionnement du tube cathodique (UH-*heater*),

• l'impulsion H-FLY est mise en forme (circuit φ interne au STV2160) et appliquée en entrée de la boucle de régulation, au même titre que les entrées Umesu. (image de Uligne) et Uréf. ajustable par bus I2C. La commande d'asservissement de découpage est synchrone du balayage ligne.

En absence de dysfonctionnement (*breathing*), la boucle de régulation interne au STV2160 est validée et produit une tension d'asservissement de découpage de type PWM (SMPS). Cette tension est appliquée sur la base du *driver* TP52 et *via* le transformateur de couplage LP44, sur la broche 2 du TEA2261.

Le circuit de *start* interne au TEA2261 valide la commande d'asservissement quand l'information de transfert est mesurée broche 1 (*zero-crossing*). Les salves issues du PWM interne au TEA2261 sont inhibées.

Circuits de sécurité

Boucle de régulation

La boucle de régulation est inhibée si un dysfonctionnement est mesuré sur la commande trame, ou sur l'alimentation de la voie son (+*Us*), ou le 5 V produit sur un secondaire du transformateur ligne ou un dépassement de courant de faisceau. Ces informations de demande de sécurité sont traitées par les transistors TP66, 67, 69 et les composants associés. L'information produite est appelée *breathing*.

Breathing actif ou veille :
Broche 20 IV01 : inférieur à 1,5 V
SMPS broche 31 de IV01 : 0
Broche 2 TEA2261 : 0
Alimentation : mode salve

Breathing au repos :
Broche 20 IV01 : environ 7 V
SMPS broche 31 de IV01 : PWM 0,7 V CàC
Broche 2 TEA2261 : PWM issu de LP44
Alimentation : mode télévision

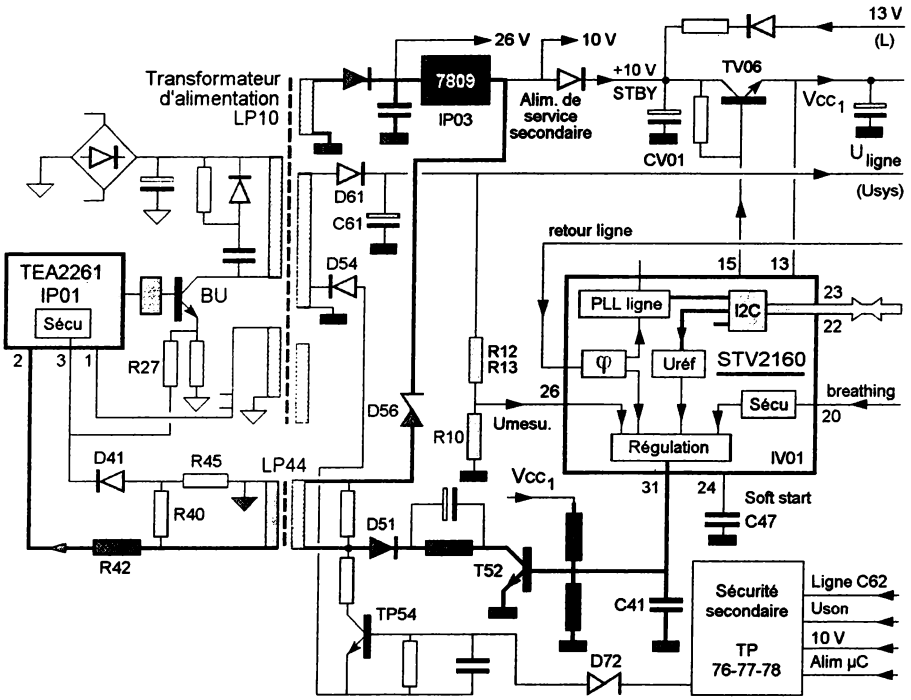


Fig. 84 : Circuit de régulation secondaire ajustable par bus I2C.

Information broche 3 du TEA2261

La demande de mise en sécurité peut être issue de R29 quand un dépassement du courant primaire maximal est mesuré sur R14 à R22. Une autre demande de mise en sécurité peut être issue de la diode D41 quand une tension très fortement négative est produite sur le primaire du transformateur de couplage LP44. Le transistor TP54 est alimenté négativement par D54 sur son émetteur. Si le circuit de sécurité secondaire est activé, TP54 se sature (commande par D72). L'anode de D51 est alors portée à un potentiel voisin de –50 V !

Les deux seuils de déclenchement de la sécurité par la broche 3 sont possibles (fig. 85). En général, un déclenchement de la sécurité par dépassement de courant primaire maximal est non répétitif. Le premier niveau

de sécurité est validé. Si la demande de mise en sécurité est opérée par TP54, le second niveau de sécurité est atteint. Le découpage est interrompue tant que le *reset* automatique par TP34 n'est pas réalisé.

Alimentation broche 16 du TEA2261

Ne pas oublier que si la tension d'alimentation broche 16 du TEA2261 atteint et dépasse 15,7 V, la commande de découpage est interrompue (fig. 85).

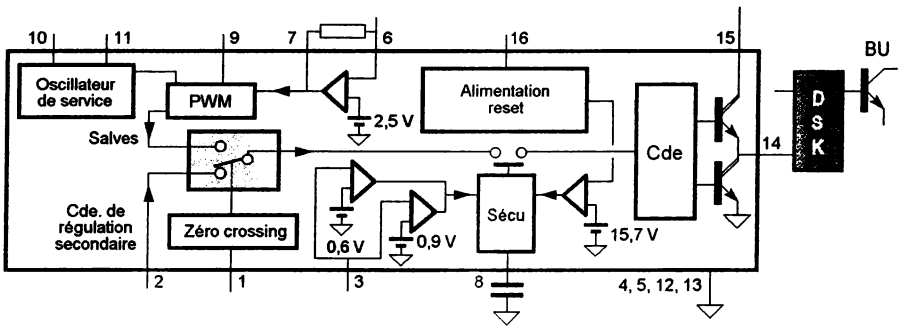


Fig. 85 : Fonctionnalité du TEA2261.

Alimentation fly-back *G90-G110 (PHILIPS)*

L'alimentation est de type auto-oscillante. Le concepteur a prévu le démarrage et le fonctionnement en veille sans avoir à utiliser une alimentation auxiliaire. Le circuit primaire n'est pas isolé galvaniquement du secteur et se trouve référencé à une masse primaire.

Circuit primaire, configuration de l'oscillateur, générateur de déstockage

Pendant la phase 2, alors que le BU est saturé et que le courant primaire est croissant (phase d'accumulation de l'énergie dans le primaire du transformateur), l'enroulement de réaction {3 ; 4} fait circuler un courant à travers C17, D21 et les autres éléments du circuit (fig. 86). C17 se charge ; la tension à ses bornes est limitée par Dz17 à 5,1 V. Les éléments C17, R17, Dz17 constituent le générateur de déstockage.

La durée de la phase d'accumulation est variable et dépend de la consommation du téléviseur. Elle est d'autant plus courte que le téléviseur consomme moins (image sombre par exemple). En fin de phase 2 (phase d'accumulation), la régulation secondaire allume la *led* du CNX. Le phototransistor se sature entraînant la saturation de T15 et T16 (fig. 87). La tension négative de déstockage est appliquée sur la base du BU *via* R19 et L19. La phase 3 de déstockage est réalisée.

En phases 3 et 4, il y a transfert d'énergie sur les secondaires (cette alimentation est du type *fly-back*), le primaire est devenu générateur, les

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

tensions se sont inversées. La tension générée par l'enroulement {1 ; 2} sature T12. Il interdit le redémarrage du cycle suivant tant que l'énergie n'est pas totalement transférée (démagnétisation du transformateur).

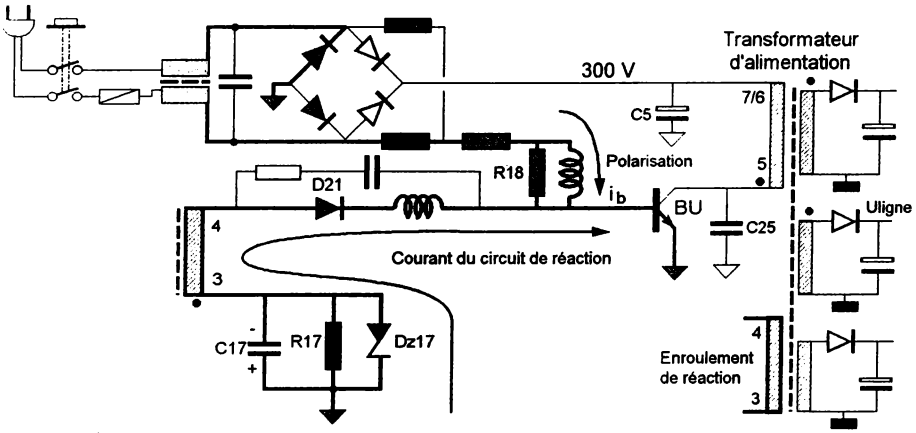


Fig. 86 : Éléments caractéristiques du fonctionnement en oscillateur.

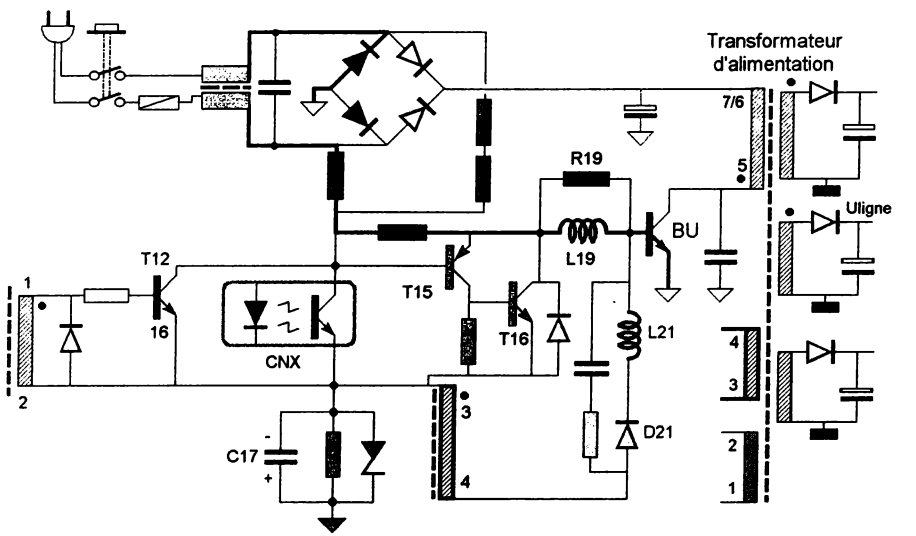


Fig. 87 : Circuits de commande du transistor de découpage (G90).

Circuit de régulation secondaire

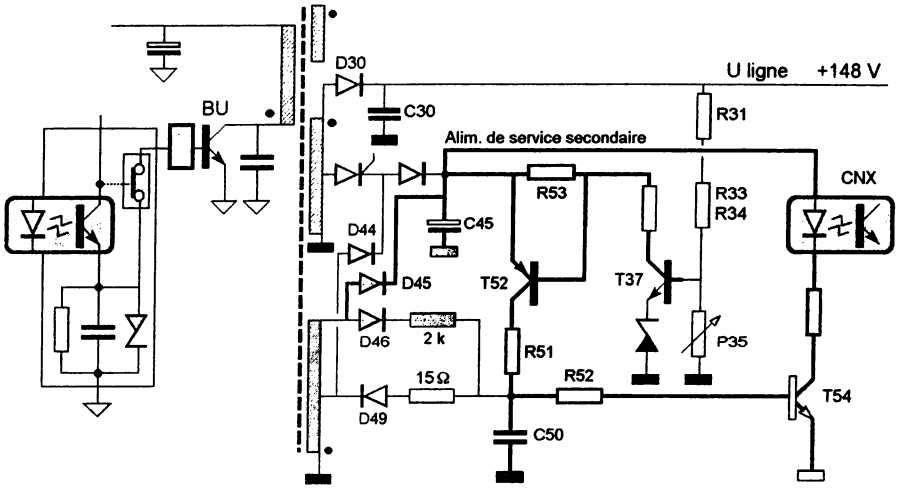


Fig. 88 : Régulation secondaire et circuits associés (châssis G110).

T37 est le comparateur :

• la tension de référence (Uréf.) est donnée par la diode de référence de tension câblée sur l'émetteur (8,2 V sur le G110 dont est extrait le schéma simplifié, fig. 88),

• la tension de mesure (Umesu.) est disponible sur la base de T37. Cette tension est directement proportionnelle à Uligne que l'on souhaite réguler.

En fonction de la tension *Vbe* de T37, le courant *Ic* donne dans R53 une tension de commande de T52. T52 fonctionne en source de courant contrôlé et charge plus ou moins rapidement C50. L'autre courant de charge issu de D46 étant l'image du courant primaire pendant l'accumulation d'énergie (BU saturé). Le rôle de ce circuit est comparable au simulateur de *ip*.

Quand la tension C50 atteint et dépasse 0,6 V, T54 devient conducteur puis se sature. La *led* du CNX s'allume. Le phototransistor se sature. la tension négative du générateur de déstockage est appliquée sur la base du BU qui se bloque (phase 3). Les tensions primaires s'inversent (le primaire devient générateur). L'énergie est transférée sur les secondaires.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

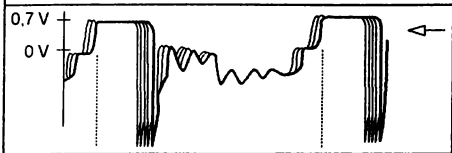
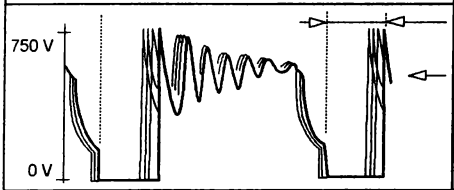
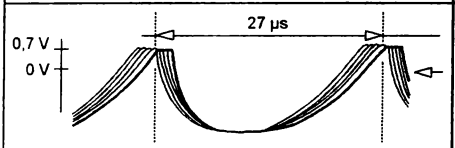
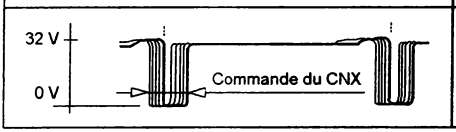
Oscillogrammes	Remarques
	Tension de commande du BU-alim. En fin de phase 2 (BU saturé), la régulation avance plus ou moins le déclenchement de la phase 3 (déstockage et blocage du BU.
	BU saturé pendant les phases 1 et 2 (accumulation) Tension mesurée sur le collecteur du BU. Avancer l'instant du blocage du BU, permet de réduire la quantité d'énergie accumulée au primaire du transformateur.
	Période moyenne du cycle de découpage. Tension aux bornes de C50. Pendant la phase 4 (transfert et repos), une tension négative générée sur la cathode de D49 initialise la charge de C50.
	Pendant l'accumulation de l'énergie au primaire, C50 est chargé *via* D46, image du courant primaire, et *via* R51, courant du circuit de régulation.

Fig. 89 à 92 : Oscillogrammes caractéristiques du fonctionnement de l'alimentation G90 (PHILIPS).

Alimentation fly-back *GR2.* (PHILIPS)*

L'alimentation à découpage est de type *fly-back* auto-oscillante (SOPS – *Self Oscillating Power Supply*). Elle est conçue pour fonctionner en veille ou en régime établi (mode télévision).

La structure est organisée autour de deux circuits intégrés :

• le CNR50, au primaire, assure la commande de découpage du transistor de découpage (BU-alim.) et intègre un circuit opto-coupleur rappelant le CNX 83 de l'alimentation G90,

• le TDA 8385, au secondaire, comporte les éléments de la boucle de régulation, les circuits de sécurité secondaire et le dispositif de démarrage progressif (*soft start*).

Circuits de commande du BU

Au primaire, la commande de *start* est organisée autour du circuit intégré CNR50 (fig. 93). Les enroulements {11 ; 10} et {9 ; 10} complètent les circuits de commande. Au secondaire, un circuit intégré TDA8383 réalise en partie la commande de *stop*.

L'évolution de l'implantation du châssis GR2.1 vers GR2.4 met en évidence une simplification de la maintenance par l'utilisation d'un module SOPS *Control* référencé en pièce service.

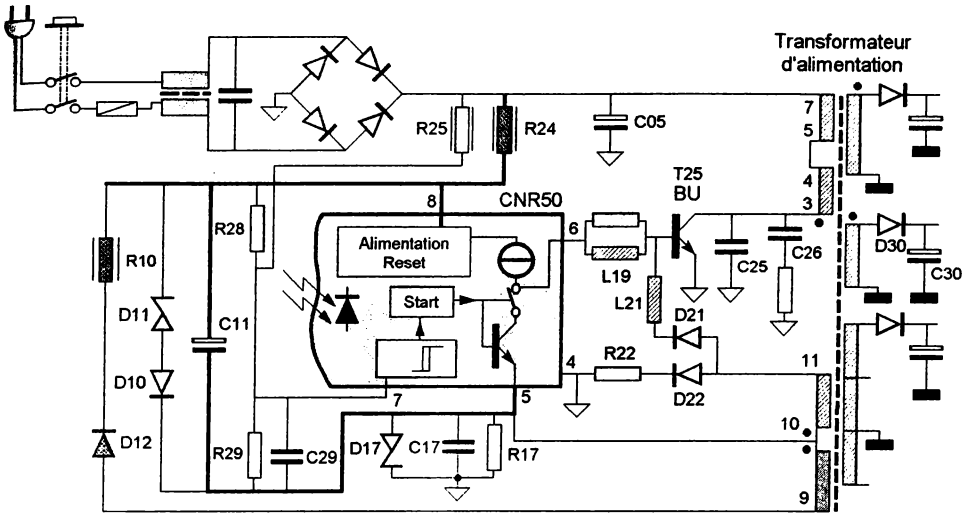


Fig. 93 : Circuits de commande du transistor de découpage de l'alimentation GR2 (PHILIPS).

Alimentation de service au primaire.

À la mise en marche du téléviseur par le bouton marche/arrêt, simultanément à l'établissement du 300 V sur C05 (220 µF, 400 V) *via* le pont de Graetz, le condensateur C11 (68 µF, 25 V) se charge *via* la résistance R24 (330 kΩ, 5 %, 0.5 W) à partir de la tension sur C05 (fig. 93).

La tension de l'alimentation de service, aux bornes de C11, est limitée à 16,7 V environ par les diodes D10 et D11. La tension maximale admissible entre les broches 8 et 5 du CNR50 est de 18 V.

En régime établi, la consommation du CNR50 augmente, l'enroulement de service {10 ; 9} prend le relais et assure le complément de courant nécessaire au maintient de la tension aux bornes de C11 *via* la diode D12 (BYD33D) et la résistance de sécurité R10 (6,8 Ω, 5 %, 0,33 W).

Mode télévision :
la tension de la broche 8 est d'environ 16,4 V,
la tension de la broche 7 environ 0,3 V.
Mode veille :
la tension de la broche 8 est d'environ 6,7 V,
la tension de la broche 7 est d'environ 2,9 V.
Ces tensions sont mesurées par rapport à la masse primaire.

Démarrage du 1er cycle de découpage : circuit de start

Le CNR50 démarre dès que la tension d'alimentation de la broche 8 (fig. 93) atteint et dépasse 15,2 V et que le potentiel de la broche 7 est supérieur à 2,95 V. Le circuit est initialisé et un courant est disponible

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

broche 6 permettant la mise en conduction du transistor de découpage. Le courant de démarrage délivré par le CNR50 est de l'ordre du milliampère.

Dès la mise en conduction du BU-alim. et compte tenu du sens de l'enroulement secondaire {11 ; 10} câblé en direct (*forward*) avec l'enroulement primaire du transformateur d'alimentation, un courant de réaction vient s'additionner *via* D21 au courant de polarisation issu du CNR50. La conduction du BU-alim. croît rapidement jusqu'à saturation.

Simultanément, l'enroulement secondaire {19 ; 15}, câblé en direct (*forward*) avec l'enroulement primaire du transformateur fournit le courant nécessaire à l'alimentation de service secondaire *via* la diode D45 (fig. 94). Le condensateur C46 se charge et alimente le circuit TDA8385 *via* D49. Dès que la tension de la broche 16 du TDA8385 atteint 5,2 V, les fonctions internes sont initialisées et en particulier le circuit de *reset* qui maintient la broche 2 à 0 V environ tant que la tension de l'alimentation de service (broche 16) ne dépasse pas 7,5 V. Cette procédure permet de maintenir la *led* éteinte afin de ne pas perturber le démarrage.

Conditions de *start* au démarrage de l'alimentation :

- charge de C11 et *reset* interne CNR50,
- *reset* interne TDA8385,
- tension de la broche 2 de l'ordre de 0 V,
- conduction et saturation du BU,
- accumulation d'énergie au primaire.

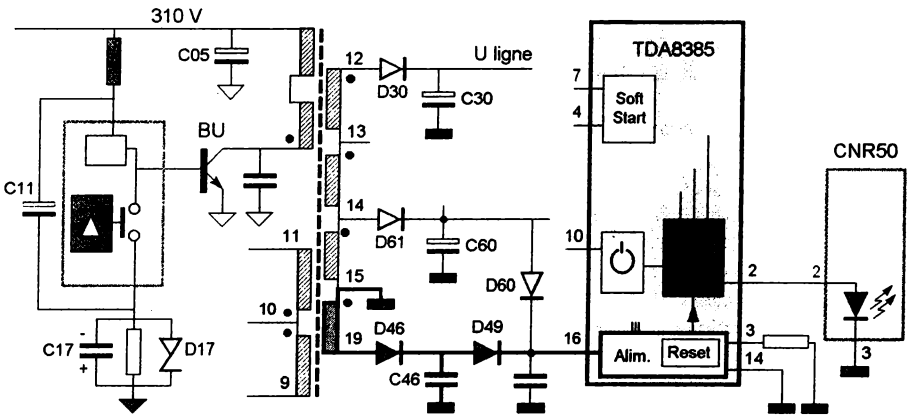


Fig. 94.

Fin du cycle de découpage : circuit de stop

Quand suffisamment d'énergie est accumulée au primaire du transformateur, il faut interrompre la phase 2 en cours en déclenchant la phase 3 de déstockage, suivi de la phase 4 de transfert et repos. Les circuits de *stop*, regroupés autour du TDA8385, informent le CNR50 *via* l'opto-coupleur (fig. 95) :

• la tension broche 2 du TDA8385 devient suffisante pour allumer la *led* interne au CNR50,
• le transistor équivalent interne au CNR50 se sature et la broche 6 (fig. 93) est portée au potentiel de la broche 5 soit environ –5,1 V, correspondant à la tension fournie par le générateur de déstockage (D17, R17, C17),
• la *led* est maintenue allumée pendant toute la durée du transfert de l'énergie sur les secondaires (démagnétisation du transformateur).

Conditions de *stop* :
TDA8385 : $U2 = 1{,}6$ V,
CNR50 : $U6 = U5$,
BU bloqué.

Commandes des circuits de *start* et de *stop*

Le schéma de la figure 95 donne une idée de l'organisation fonctionnelle du TDA8385. On a cherché à mettre en évidence les éléments de la commande de *start* et de la commande de *stop* en régime établi.

La commande de *start* autorise la mise en saturation du transistor de découpage (phases 1 et 2 du cycle de découpage). La *led* du CNR50 est alors éteinte. Encore une fois et pour être précis, l'état naturel de repos (condition mesurable au démarrage de l'alimentation) est le *start* (*led* éteinte). Cet état naturel vérifie qu'au démarrage, le TDA8385 n'est pas encore alimenté.

Le circuit de veille permet de gérer aussi bien la commande de stop que la commande de *start*. Lors du fonctionnement en mode veille l'alimentation est configurée en mode salve.
Le schéma partiel (fig. 96) montre la structure des circuits secondaires autour du TDA8385.

Particularités de fonctionnement

Le TDA8385 est alimenté broche 16 par une tension qui peut être comprise entre 7,5 V et 20 V. La masse du composant intégré est broche 14. La consommation est normalement inférieure à 20 mA. Un *reset* interne est automatiquement généré dès que la tension d'alimentation atteint 7,5 V (fig. 96).

L'information de la broche 12 et la fonction interne au TDA8385 associée, permettent de générer un signal en dent de scie interne au TDA8385. Ce signal est l'image du courant primaire pendant la phase 1 du cycle de découpage. La fonctionnalité de ce circuit rappelle tout à fait le simulateur de courant primaire implanté dans d'autres alimentations.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

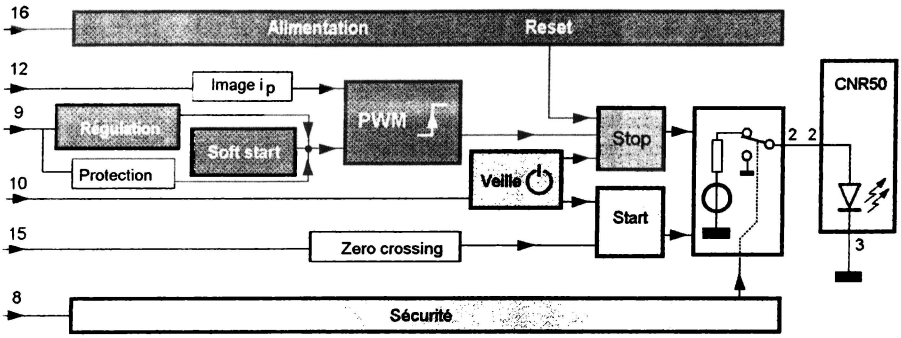


Fig. 95 : Fonctionnalité du circuit TDA8385 et commande du CNR50.

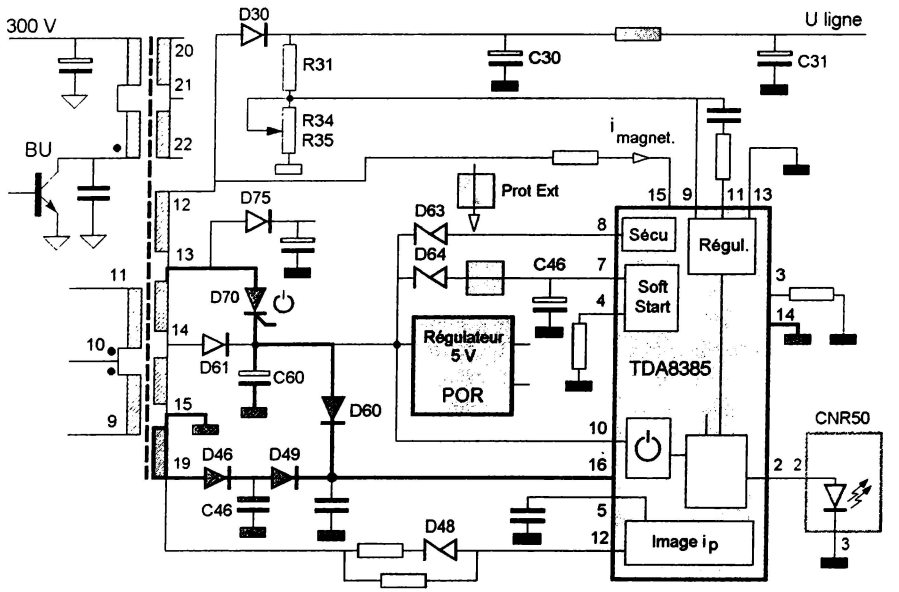


Fig. 96 : Secondaire de l'alimentation organisé autour du TDA8385.

Fonctionnement en veille

La commande de veille est générée broche 17 du microcontrôleur de gestion. Une interface organisée autour du transistor T71 permet de commander la mise en conduction du thyristor D70 (fig. 96) quand la veille est demandée.

Mode	Broche 17 du microcontrôleur	T71	Thyristor D70	Broche 10 TDA	Fréquence
TV	haute impédance	conducteur	bloqué	---	env. 70 kHz
Veille	0	bloqué	conducteur	active	salve

Quand le thyristor D70 est conducteur (fig. 96), l'enroulement {13 ;14} est mis en série avec l'enroulement {14 ;15}. La tension aux bornes du condensateur C60 et par conséquent la tension appliquée broche 10 du TDA8385, augmente jusqu'à dépasser 2,5 V ; le circuit de veille (STB – *stand by*) est actif. La tension de la broche 2 allume la *led*. Le BU-alim. est bloqué. Le blocage sera maintenu tant que la tension de la broche 10 ne sera pas retombée en dessous de 2 V. Une salve de découpage est alors relancé.

En mode veille, les tensions secondaires sont moitiés des tensions en mode télévision.

Sécurités

Protection contre les sous-tensions primaires : CNR50

Une baisse de la tension secteur est dangereuse pour le transistor de découpage.

Lorsque la protection est activée, le transistor de découpage est bloqué.

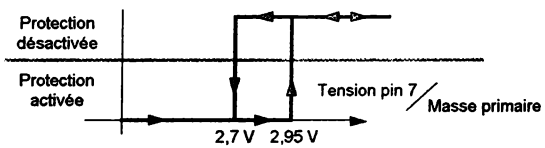


Fig. 97 : État du CNR50 en fonction de la tension broche 7.

Protection contre les surtensions secondaires : TDA8385

Lorsque la tension de la broche 8 devient supérieure à 2,5 V, la demande de mise en sécurité est activée (fig. 96). C64 est déchargé lentement par un circuit interne. Le redémarrage ne sera possible que si la tension U_{C46} tombe en dessous de 115 mV. La tension d'alimentation du TDA8385 descend jusqu'au niveau d'initialisation, de l'ordre de 5,2 V.

Quand les tensions sont retombées, le redémarrage de l'alimentation reprend (au primaire, le CNR50 autorise le redémarrage et la mise en saturation du BU-alim.). Les tensions secondaires remontent et en particulier l'alimentation de service du TDA8385. Le circuit est initialisé et le *soft start* est activé.

Si le dysfonctionnement mesuré broche 8 réapparaît (*Upin* 8 > 2,5 V), la procédure de protection est réactivée et les tensions retombent.

La protection peut être enclenchée par :

- une montée des tensions sur les secondaires du transformateur ligne,
- pour cela, on surveille l'amplitude des impulsions de retour ligne,

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

• un défaut sur la voie audio, détecté quand le transistor T43 est saturé,
• le défaut peut être dû à l'absence d'une des tensions d'alimentation ±16 V ou à un déséquilibre important entre le +16 V et le –16 V. Le circuit de protection câblé autour de T43 surveille aussi la composante continue en sortie des amplificateurs audio.

Alimentation SOPS et µSOPS du châssis FL1. (PHILIPS)*

Les châssis FL1.* sont équipés de deux circuits d'alimentation :
• l'alimentation principale, de type *fly-back* auto-oscillante (SOPS) assure le fonctionnement en mode télévision,
• l'alimentation auxiliaire auto-oscillante (µSOPS) assure le fonctionnement en mode veille.

Alimentation principale SOPS

Cette alimentation est réalisée selon une structure qui n'est pas sans rappeler l'alimentation du châssis G110. L'implantation des éléments de commande et de contrôle du transistor de découpage de l'alimentation FL1.* sont câblés sur une platine afin d'en faciliter la maintenance.

La figure 98 montre les tensions produites. Les tensions +11 et –11 sont destinées à alimenter les amplificateurs de la voie audio. En outre, la tension Uligne, la tension *Vtuning* est destinée à alimenter les circuits d'accord du *tuner* (tension varicap). Enfin, le +13 alimente la plupart des circuits intégrés. Le +13 alimente entre autres, la fonction service réalisée autour du TDA2579. En absence de l'alimentation +13, le téléviseur ne démarre pas car les signaux de commande des balayages ligne et trame ne sont pas générés. Aucune tension n'est produire à destination de la fonction gestion.

Circuits secondaires

Alimentation de service au démarrage

Au démarrage (par le bouton marche/arrêt), lors du premier cycle de découpage, il faut être capable d'allumer la *led* du CNX83A de façon à interrompre la phase 2 d'accumulation de l'énergie au primaire, phase pendant laquelle la BU-alim. est saturé.
À cet instant du cycle de fonctionnement, les tensions secondaires obtenues sur les enroulements câblés en *fly-back* sont encore nulles et en particulier, le +13 n'existe pas.
L'alimentation de service au démarrage est produite par l'enroulement {12 ; 14} câblé en direct (*forward*) avec l'enroulement primaire (fig. 99).
L'alimentation de service au démarrage est connectée par D51 *via* l'élément de sécurité R51 (27 Ω ; 5% ; 0,5 W).
D'autre part, toujours au démarrage, la tension aux bornes de la résistance R32 informe le circuit de *mute* audio.

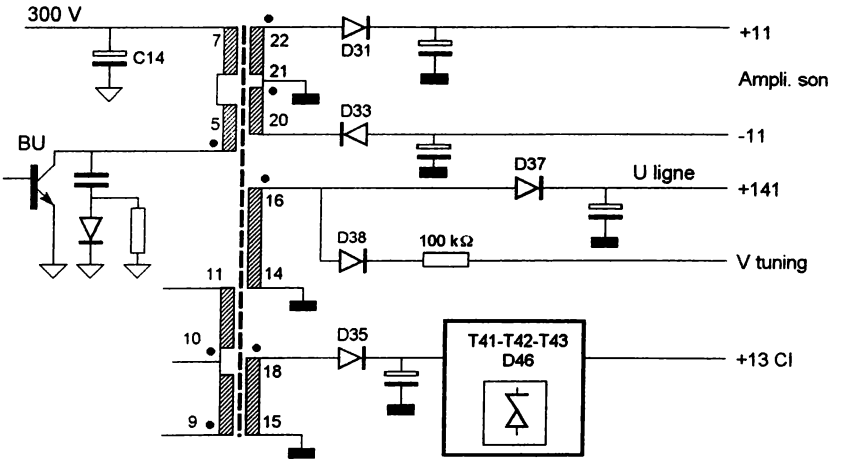


Fig. 98 : Tensions produites par l'alimentation principale FL1 (PHILIPS).

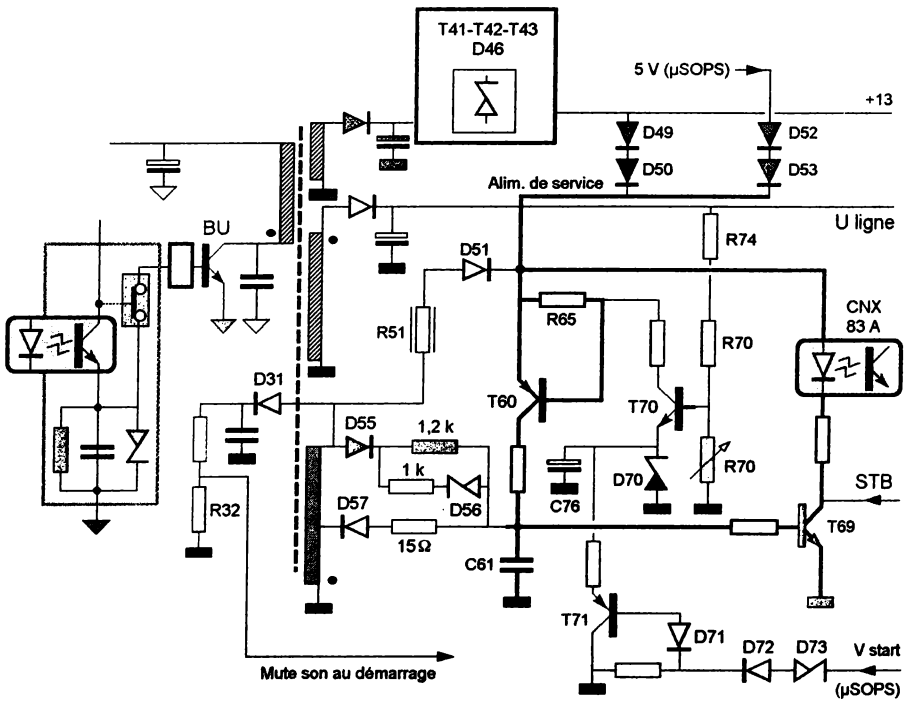


Fig. 99 : Régulation secondaire et circuits associés de l'alimentation FL1 (PHILIPS).

Circuit de régulation secondaire

Le transistor T70 compare sa tension de base Umesu., image de Uligne, à sa tension d'émetteur Uréf., tension aux bornes de la diode de référence de tension D70 (fig. 99). Le courant de collecteur de T70, par R65, détermine la conduction du transistor T60 et la vitesse de charge du condensateur C61. Quand la tension aux bornes de C61 atteint et dépasse 0,65 V, le transistor T69 se sature et allume la *led* du CNX83A entraînant le blocage du BU-alim.

Uréf.	*Vbe* de T70	Umesu.	R71 moyen	Uligne = [(Umesu.(R74+70+71)] : (R70+71)
6,2 V	0,6 V	6,8 V	0,5 kΩ	141 V

En régime établi (mode télévision), une augmentation de Uligne entraîne une augmentation de Umesu., entraînant une augmentation du courant de collecteur de T70 puis de T60. C61 se charge plus vite, avance l'allumage du CNX83A et le blocage du BU-alim.

Démarrage progressif

Au démarrage, la tension *Vstart* issue de l'alimentation µSOPS n'est pas encore établie. Le transistor T71 est donc saturé et la tension aux bornes de D70 (Uréf.) est pratiquement nulle (fig. 99).

Lors de la montée des tensions secondaires, dès que la tension Umesu. atteint environ 0,6V, le transistor T70 entre en conduction. Le circuit de régulation fonctionne.

Uréf.	*Vbe* de T70	Umesu.	R71 moyen	Uligne = [(Umesu.(R74+70+71)] : (R70+71)
0	0,6 V	0,6 V	0,5 kΩ	12 V

Attendre l'établissement progressif de *Vstart* (en provenance de l'alimentation µSOPS) pour observer la montée de la tension Uréf. et des alimentations secondaires de l'alimentation SOPS, dont Uligne.

Simulation du courant primaire

L'enroulement secondaire {12 ; 14} est câblé en direct avec l'enroulement primaire du transformateur. Au primaire, lorsque le BU-alim. est saturé (phase 2 d'accumulation), le courant primaire est croissant linéairement selon une rampe dont la pente est fonction de la tension secteur. L'accroissement du courant au primaire induit une tension positive sur l'enroulement secondaire {12 ; 14}. La diode D55 est conductrice (fig. 99). Le condensateur C61 est préchargé *via* la résistance R57.

Si une augmentation de la tension secteur se produit, le courant primaire croît plus rapidement et la tension induite sur le secondaire {12 ; 14} est plus importante et charge plus rapidement C61.

Commande de veille

La commande de veille est disponible sur la broche 3 du microcontrôleur de gestion.

Les états électriques sont (fig. 100) :

Mode	Broche 3 du microcontrôleur	T85	T84	STB	CNX	BU
TV	niveau 1	saturé	bloqué	HZ	---	découpe
Veille	niveau 0	bloqué	saturé	0,2 V	allumé	bloqué

En veille, le CNX est allumé en permanence et le BU-alim. est bloqué en permanence. Les tensions ne sont plus entretenues sur les secondaires et tombent à zéro.

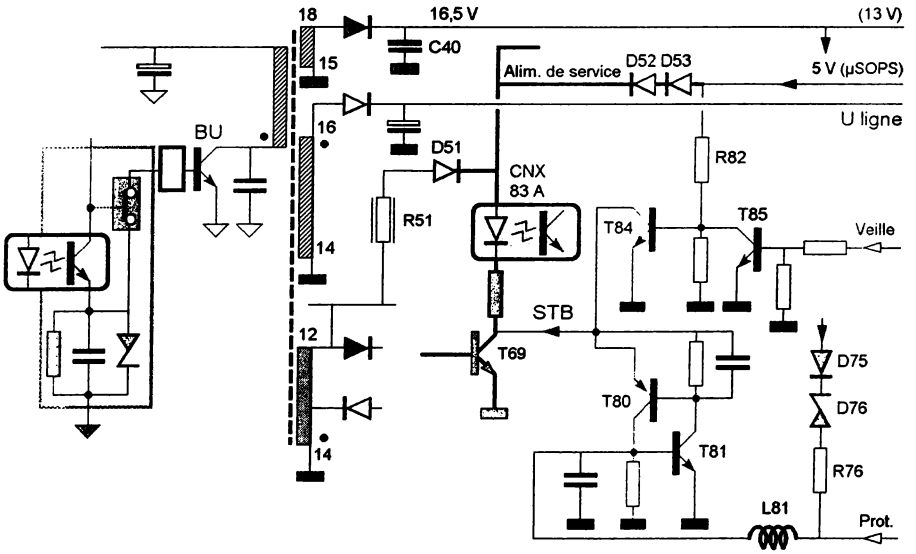


Fig. 100 : Circuits de commande de veille et sécurité secondaire (Prot.)

Commande de mise en sécurité

Si un dysfonctionnement est mesuré sur les circuits de puissance du téléviseur (amplitude de correction est/ouest, amplitude des tensions secondaires du transformateur ligne, dépassement du courant de faisceau maxi, déviation trame, étage de sortie de la voie audio), ou si on détecte une montée des tensions secondaires de l'alimentation principale (SOPS), la mise en sécurité est enclenchée.

Le schéma est le même que précédemment (fig. 100). La mise en sécurité est activée par les transistors T80 et T81 réalisant un fonctionnement en thyristor.

Mode	U prot.	T81	T80	STB	CNX	BU
TV	0	bloqué	bloqué	HZ	---	découpe
Sécurité		saturé	saturé	0.6 V	allumé	bloqué

Alimentation auxiliaire µSOPS

Cette alimentation démarre dès la mise en marche du téléviseur par le bouton marche/arrêt. Les tensions produites par l'alimentation auxiliaire µSOPS sont les suivantes :

• la tension *+Vstart* nécessaire à l'établissement des valeurs nominales des tensions produites par l'alimentation principale,

• la tension +5 STBY nécessaire à l'alimentation du microcontrôleur de la fonction gestion. Cette tension doit aussi être présente en mode veille du téléviseur. L'alimentation µSOPS doit donc continuer de fonctionner pendant la veille du téléviseur.

Lors du démarrage par le bouton marche/arrêt, l'alimentation µSOPS fournit la commande d'initialisation du microcontrôleur de gestion appelée POR (*Power On Reset*).

Fonctionnement du circuit primaire

À la mise sous tension (bouton marche/arrêt), le transistor de découpage de l'alimentation auxiliaire (T50) est polarisé par les éléments R52 et R49 (fig. 101) ; T50 entre en conduction. L'enroulement {7 ; 5} câblé en direct avec l'enroulement primaire du transformateur produit un courant sur la base de T50 *via* R55. Ce courant s'ajoute au courant de polarisation et vient très vite saturer le transistor T50 qui se sature.

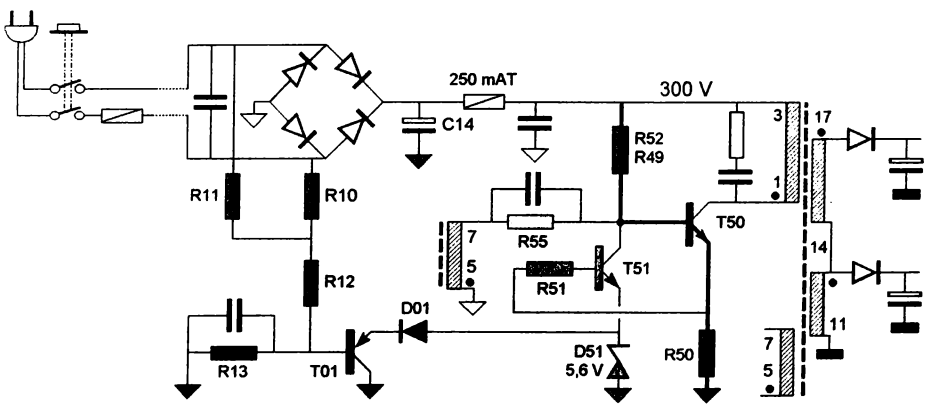


Fig. 101 : Circuit primaire de l'alimentation µSOPS - FLI (PHILIPS).

L'énergie est accumulée au primaire du transformateur. Compte tenu du sens de câblage des enroulements secondaires {17 ; 11} et {14 ; 11} et

le sens des diodes secondaires, aucun courant ne renouvelle les charges des condensateurs secondaires (diodes bloquées). L'alimentation est de type *fly-back*.

Le transistor T50 étant saturé, le courant primaire circulant dans l'enroulement {3 ; 1} croît selon une rampe. Ce courant, égal au courant collecteur du transistor est mesurable dans le circuit d'émetteur aux bornes de la résistance R50.

Quand la tension aux bornes de R50 est suffisante, le transistor T51 entre en conduction et dérive le courant de base de T50 vers la masse ; T50 se bloque.

Le courant primaire décroît. Le primaire du transformateur devient générateur et les tensions sur les enroulements secondaires s'inversent. Les diodes câblées sur les enroulements secondaires {17 ; 11} et {14 ; 11} sont alors conductrices. L'énergie est transférée et une tension négative est appliquée sur la base de T50 tant que le transfert n'est pas terminé (démagnétisation du transformateur).

Lorsque le transformateur est démagnétisé, le cycle de découpage redémarre naturellement par l'entrée en conduction de T50, polarisé par R52 et 549.

Rôle particulier de T01 à l'extinction du téléviseur

Le transistor T01 (fig. 101) entre en conduction uniquement lors de l'arrêt total du téléviseur par le bouton marche/arrêt. La tension de base de T01 permet l'entrée en conduction de T01 qui *court-circuite* la tension zéner de la diode D51 et entraîne la diminution de la durée d'accumulation d'énergie au primaire du transformateur.

Ce dispositif permet de faire tomber rapidement la tension *+Vstart* afin d'arrêter rapidement le fonctionnement de l'alimentation principale.

Fonctionnement du circuit secondaire +5 STBY

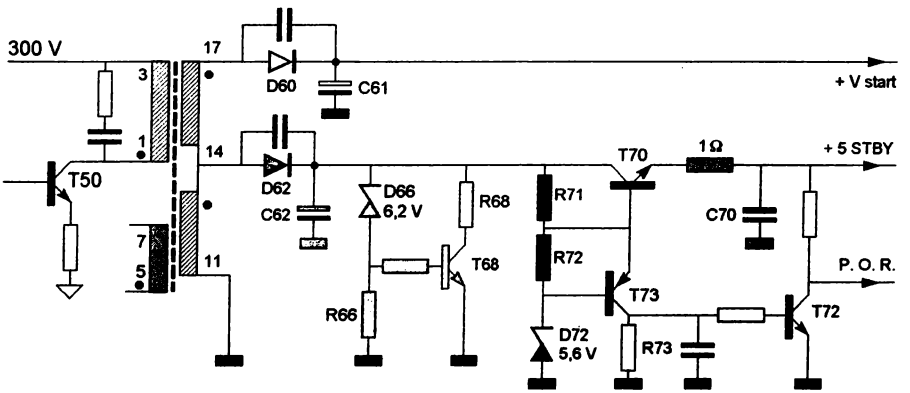


Fig. 102 : Circuits et tensions secondaires produites par l'alimentation µSOPS.

Le transistor T68 et les composants associés constituent une charge variable (fig. 102). Quand la tension aux bornes de C62 augmente, T68 devient plus conducteur et charge davantage l'alimentation.
D'autre part, un circuit de régulation est réalisé par T70, D72 et les éléments associés. La tension +5 STBY est parfaitement stabilisée et alimente le microcontrôleur de gestion, aussi bien en mode veille qu'en mode téléviseur.

Alimentation fly-back *synchrone, type EURO-DIGI (NOKIA)*

Rappelons que le châssis EURO-DIGI est un châssis dont le transformateur d'alimentation et le transformateur ligne sont réalisés sur un composant unique (châssis monotransformateur).
Le circuit de commande au primaire est un circuit hybride (IPSALO – *Integrated Power Supply And Line Out*). L'information de régulation en régime établi et en fonctionnement normal du téléviseur est prélevée sur un secondaire du transformateur ligne et appliquée broche 5 de l'IPSALO (fig. 103).
L'oscillateur interne démarre quand la tension broche 10 de l'IPSALO est supérieure à 2 V. La fréquence est de l'ordre de 27 kHz et la durée du niveau haut de 9 µs.
L'étude de fonctionnement montre que les enroulements réalisant les alimentations de la voie audio sont en direct avec le primaire du transformateur d'alimentation (principe *forward*).

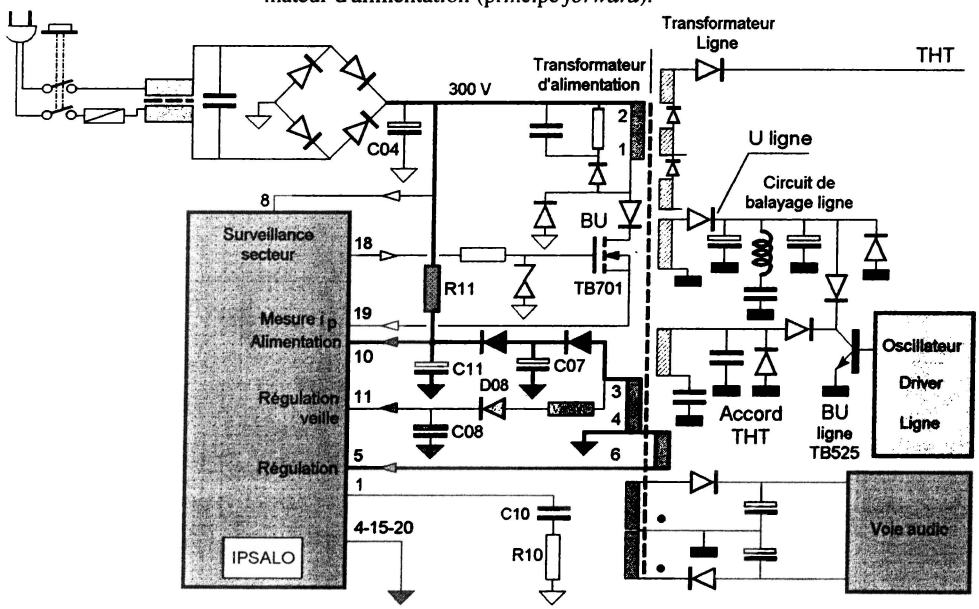


Fig. 103 : Schéma simplifié de l'alimentation EURO-DIGI (NOKIA).

Fonctionnement en veille (ou démarrage de l'alimentation)

La tension théorique d'alimentation broche 10 de l'IPSALO est de 8,7 V en veille (fig. 103). On notera que la tension mesurée en veille sur la broche 11 (régulation en mode veille) est de 7,3 V.

En état de veille, il n'est pas souhaitable de laisser s'établir des tensions non contrôlées sur les circuits ligne et THT. Le BU ligne est donc saturé. Il est nécessaire que le couplage entre les enroulements du transformateur d'alimentation et les enroulements du transformateur ligne soit lâche.

	Commande de mise en veille	Fréquence de découpage	*Upin* 1 de IPSALO	Alimentation voie audio
Veille	BU ligne saturé	27 kHz	4,7V	± 12,... V

La fonction service (produisant les petits signaux de commande de déviation ligne) du châssis EURO-DIGI utilise un DPU (*Deflection Processing Unit*). L'alimentation V_{DD} = 5 V du DPU est réalisée à partir d'un enroulement secondaire du transformateur ligne. Le téléviseur étant configuré en veille, la tension V_{DD} tombe, le DPU n'est plus alimenté.

La commande et le maintien de l'état saturé du BU-alim. (TB525) est réalisé par la commande présente en sortie de la broche 55 du microcontrôleur de gestion (CCU3000).

La figure 104 résume les circuits de commande du BU ligne. On remarque les alimentations 10 V et 5 V SB (*Stand-By*) normalement présente dès que le téléviseur est mis sous tension par le bouton marche/arrêt. Ces alimentations peuvent être considérées comme des alimentations de service secondaires.

Le résumé de l'état électrique des circuits configurés en mode veille est le suivant :

CCU pin 55 : niveau 1
TB521 : saturé
TB522 : saturé
TB523 : saturé
TB524 : bloqué
TB525, BUligne : saturé
Alimentation DPU : 0

REMARQUE • Lors d'une commande de veille (passage de fonctionnement en mode télévision au mode veille suite à une action sur la télécommande), il n'est pas concevable de demander la saturation du BU ligne sans tenir compte de la phase de découpage ligne en cours. Le condensateur C21 associé aux diodes câblées au point {11} du transformateur ligne permet de différer la commande de mise en veille si la commande arrive pendant le retour ligne. Ne pas saturer le BU ligne quand les condensateurs de retour (ou condensateurs d'accord) CB527 et CB524 sont chargés aux environ de 1200 V.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

• En veille, le BU ligne est saturé. Les diodes de commutation, DB524 et DB525, câblées sur le collecteur du BU ligne sont conductrices et tout se passe comme si une surcharge importante est appliquée aux bornes des enroulements du transformateur ligne. Dans ces conditions, aucune tension n'est induite sur les enroulements constituant le transformateur ligne.
Considérons qu'un dysfonctionnement provoque une surconsommation sur l'un quelconque des enroulements du transformateur ligne. Quand l'alimentation est configurée en veille, les conséquences du dysfonctionnement disparaissent.

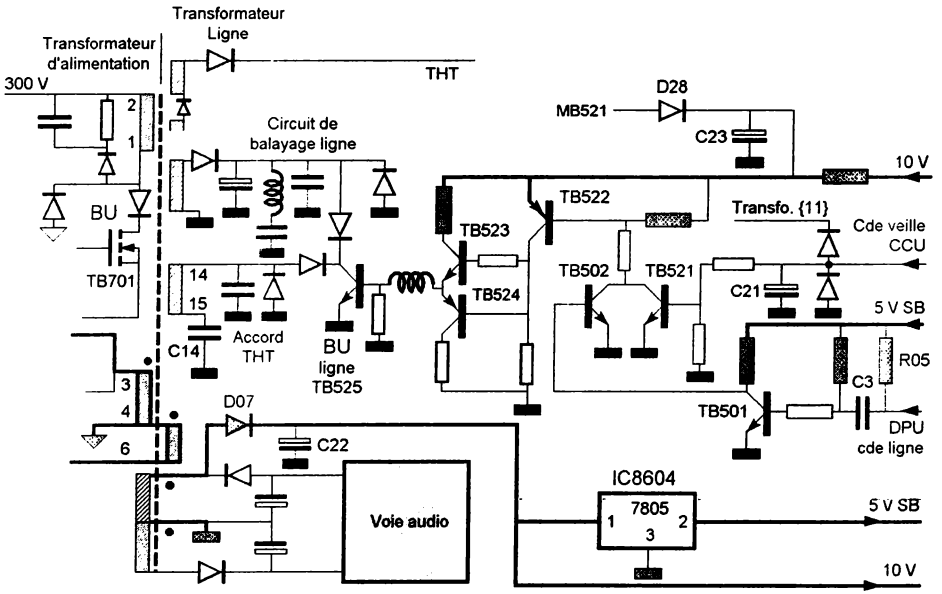


Fig. 104 : Schéma des circuits de commande du transistor de puissance ligne (BU ligne).

Fonctionnement en sortie de veille

Premières évolutions des circuits en sortie de veille :

	BU ligne	CCU pin 55	alim. DPU	C14	IPSALO pin 5	IPSALO pin 1
Veille	saturé	niveau 1	0	0	---	4,7 V
Sortie de veille	bloqué	niveau 0	0	tension ↗	tension ↗	tension ↘

Quand le BU ligne est libéré, le court-circuit imposé par TB525 lors du mode veille sur les enroulements du transformateur ligne, disparaît. Si aucune surcharge n'est présente, le cycle de découpage du transistor BU-alim. produit une tension induite sur tous les enroulements du mono-transformateur et en particulier sur les enroulements suivants :
{14 ; 15} :

le condensateur de récupération C14 se charge *via* DB523. Cette tension est mesurable et atteste qu'il n'y a pas de court-circuit sur l'un des quelconques secondaires de la partie transformateur ligne.

{6 ; 4} :

la tension produite informe la broche 5 de l'IPSALO. La durée de saturation du BU-alim. augmente et l'énergie accumulée au primaire du mono-transformateur augmente ainsi que les tensions secondaires, après transfert de l'énergie.

{3 ; 4} :

cette tension, redressée par D08 et filtrée par C08, était utilisée pour permettre la régulation en mode veille broche 11 de l'IPSALO. Quand la tension broche 11 devient supérieure à 7.5 V, le circuit de veille est totalement inhibé.

La montée en tension se poursuit. Les tensions secondaires sont produites et en particulier le 5 V nécessaire à l'alimentation du DPU (fonction service, démarrage des oscillateurs ligne et trame, etc.).

Quand le régime établi est atteint, la tension broche 1 de l'IPSALO se stabilise autour de 2,9 V. Cette tension correspond à la tension d'erreur en sortie du filtre de la boucle de régulation.

Fonctionnement en régime établi, régulation (mode télévision)

Rappel : les tensions produites sur les secondaires du transformateur ligne dépendent directement de l'impulsion de retour générée sur l'enroulement {14 ; 15} de la figure 105.

Dans le cas présent, ce circuit est indépendant du circuit de balayage ligne. L'enroulement {14 ; 15} se comporte comme le primaire du transformateur ligne.

Pour que l'information présente en broche 5 de l'IPSALO soit représentative de la THT, les enroulements produisant les tensions respectives doivent êtres câblés en direct.

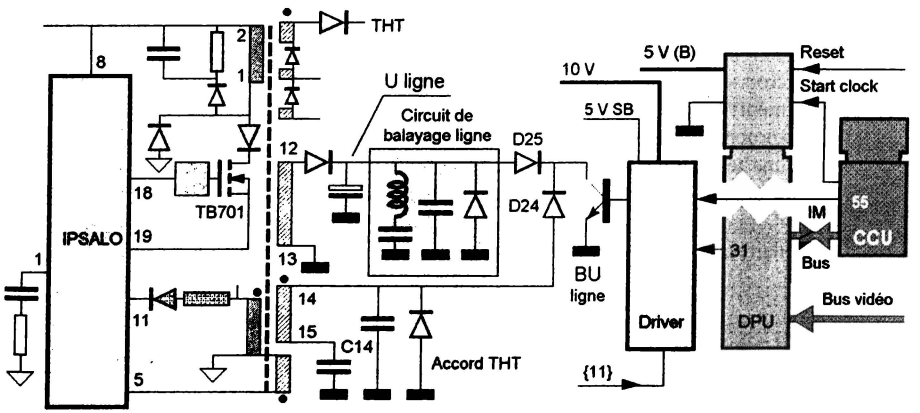


Fig. 105 : Schéma simplifié des circuits associés au mono-transformateur.

Pour produire une THT constante indépendante du contenu de l'image, il est nécessaire d'asservir la quantité d'énergie transférée pendant chaque cycle de découpage. Cela revient à asservir la durée de conduction du BU de l'alimentation. L'impulsion de retour est comparée à une référence interne fonction de la tension primaire.
Les chronogrammesde la figure 106 donnent une image simplifiée du fonctionnement.

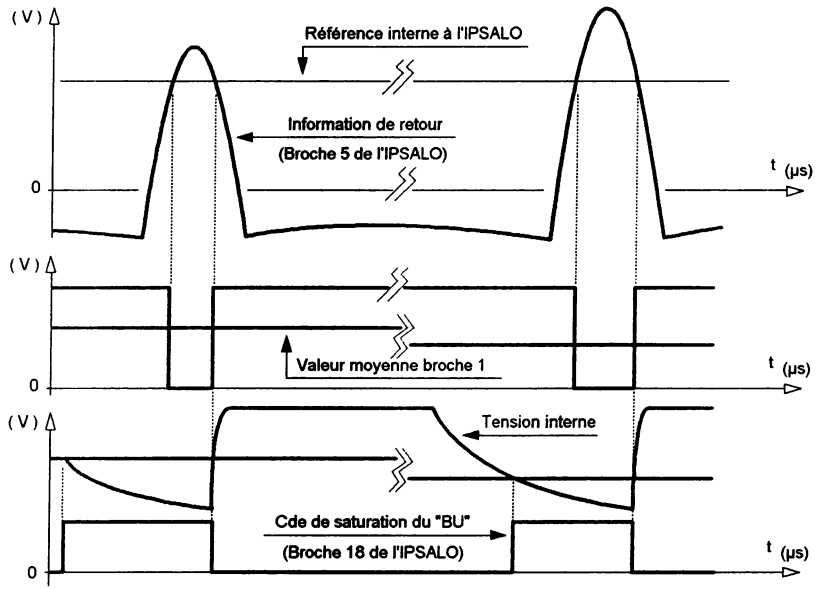


Fig. 106 : Chronogrammes caractéristiques du fonctionnement de l'alimentation EURO-DIGI (NOKIA).

En marche et en régime établi, la tension mesurée broche 1 donne l'état de fonctionnement de la boucle de régulation. Si les tensions secondaires croissent (augmentation de la THT), l'information de retour (asservissement) appliquée broche 5 de l'IPSALO a une amplitude plus grande (proportionnelle à la THT). Le comparateur interne à l'IPSALO produit une tension d'erreur plus faible (broche 1) et la durée de saturation du BU-alim. diminue. L'énergie accumulée puis transférée sur les secondaires s'en trouvera réduite et entraînera une baisse des tensions secondaires.

CHAPITRE 3
FONCTION SERVICE (GÉNÉRATEUR *PETITS SIGNAUX*)

MISE EN SITUATION

Rappel du contenu des signaux vidéo

Le signal vidéo composite couleur (fig. 1) contient les informations :
- de vidéo :
  - luminance (Y),
  - chrominance (C) codées PAL, SECAM, etc.
- de service :
  - niveau de suppression (pendant les retours ligne et trame),
  - *top* de synchronisation ligne,
  - *top* de synchronisation trame,
  - salve SECAM ou *burst* PAL des sous porteuses couleur.

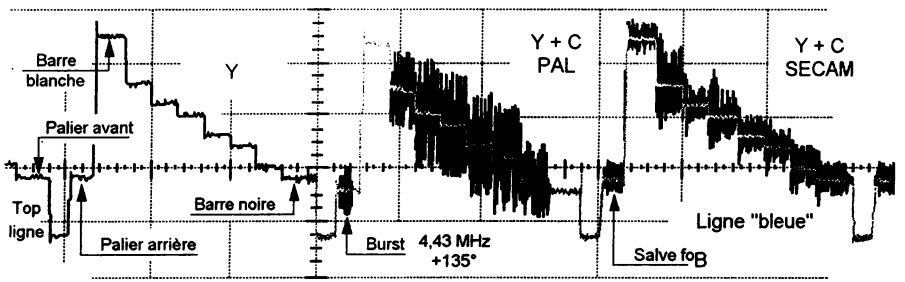


Fig. 1 : Signal vidéocomposite (CVBS) à fréquence ligne.

Rôle des signaux de service

Après séparation et traitement, les signaux de service permettent :
- le traitement du signal vidéo composite :
  - identification couleur, c'est-à-dire la reconnaissance automatique du standard de codage de l'information de chrominance (NTSC, PAL ou SECAM),
  - alignement du palier du noir (*clamp*),
  - asservissement des points de *cut-off* des canons du tube cathodique,
  - extinction du faisceau (suppression) lors des retours ligne et trame.
- l'asservissement des générateurs de balayage ligne et trame :
  - la stabilité horizontale de l'image dépend de la restitution exacte de la fréquence ligne (15 625 Hz ou 31 250 Hz),

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

– la stabilité verticale dépend de l'image de la restitution exacte de la fréquence trame (50 Hz ou 100 Hz),
– le cadrage horizontal de l'image dépend de l'asservissement de phase du générateur ligne (encore appelé oscillateur ligne),
– le cadrage vertical de l'image dépend de l'asservissement de phase du générateur trame (encore appelé oscillateur trame).

• l'asservissement de position dans l'image principal :
– de la fenêtre ouverte par le générateur OSD (*On Screen Display*) interne à la gestion ou de la fenêtre ouverte par la fonction télétexte (TXT),
– de la fenêtre d'incrustation PIP (*Picture In Picture*) ou POP (*Picture Out Picture*).

• le transfert de données d'indexation ou d'asservissement à destination des circuits d'asservissement vidéo (sur certains modèles utilisant, en particulier, un bus série de type I2C ou IM).

Organisation fonctionnelle partielle

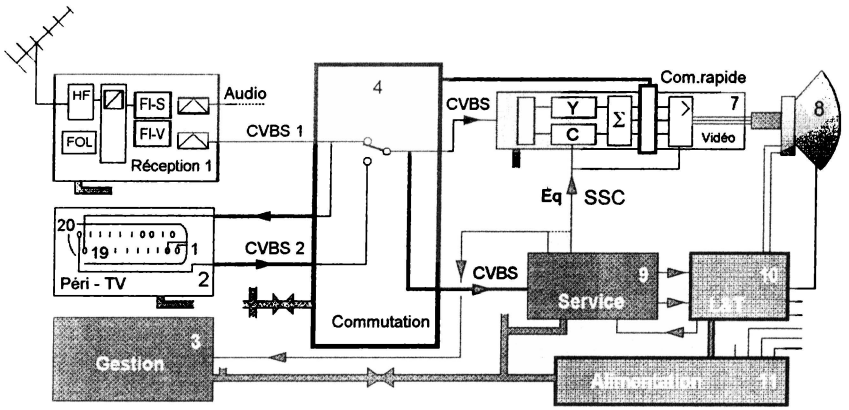


Fig. 2 : Situation de la fonction service dans le téléviseur.

OSCILLATEUR LIGNE (VIDÉO 50 HZ)

Rappelons qu'il est nécessaire de faire se déplacer horizontalement le *spot* sur l'écran, avec une vitesse constante. Cette opération est réalisée par les circuits de balayage ligne.

Organisation fonctionnelle des circuits de balayage ligne

Une structure de type PLL (à asservissement de phase) permet de réaliser l'oscillateur ligne.
Une amplification et une adaptation du signal de commande sont nécessaires à l'obtention d'une rampe de courant corrigée en S.

Un dispositif d'asservissement (fig. 3) prenant en compte les caractéristiques propres des circuits d'adaptation et de déviation permettra un cadrage dynamique, auquel on ajoute une composante continue pour le cadrage statique de l'image.

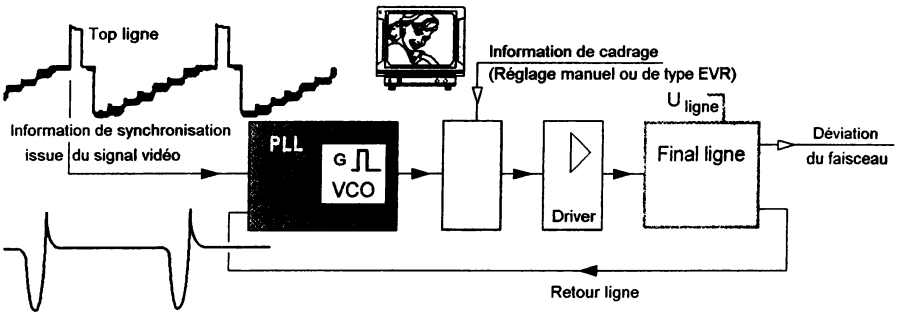


Fig. 3 : Organisation fonctionnelle du balayage ligne.

Oscillateur ligne (15 625 Hz)

Objectif

Produire un signal rectangulaire asservi en fréquence et phase dont dépend la stabilité et le cadrage de l'image.

Moyen

Mise en œuvre d'un circuit d'asservissement du type PLL (fig. 4) :

• la fréquence libre de l'oscillateur de type VCO (*Voltage Controled Oscillator*) est proche de 15 625 Hz pour permettre la capture et le verrouillage de la boucle. Une entrée secondaire de l'amplificateur de boucle (A) permet d'ajuster la fréquence libre (mesurable en absence de signal vidéo, c'est-à-dire en absence d'une source audiovisuelle) de l'oscillateur VCO,

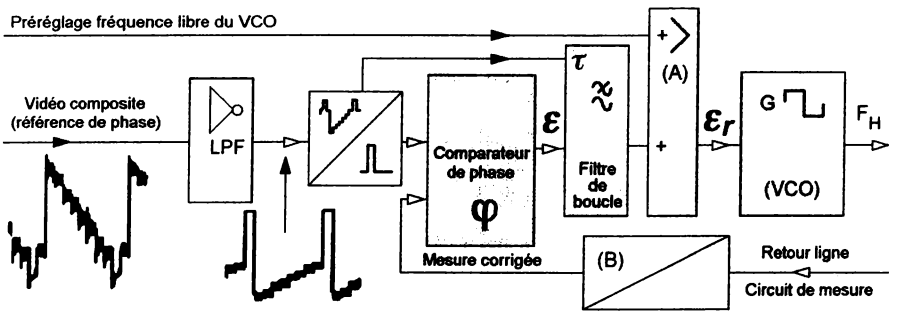


Fig. 4 : Agencement des circuits réalisant l'oscillateur ligne.

• le signal de référence (ou consigne) appliqué au comparateur de phase est constitué par le front avant du *top* de synchronisation ligne. Ce signal est issu d'un étage trieur permettant d'extraire et de remettre en forme les *tops* ligne issus du signal CVBS,
• la chaîne de retour (B) ajuste l'amplitude et met en forme le signal de mesure issu d'un secondaire du transformateur ligne. Ce signal de mesure corrigé est appliqué sur la seconde entrée du comparateur de phase.

Constantes de temps du filtre de boucle

Il est possible de modifier les caractéristiques de la boucle d'asservissement et en particulier de modifier la vitesse de rattrapage d'une erreur de phase en fonction de la qualité du signal vidéo composite. Pour cela, les fonctions annexes à la boucle d'asservissement PLL :
• mesurent l'amplitude des *tops* de synchronisation ligne et l'amplitude du niveau du noir pendant le retour trame,
• mémorisent ces informations,
• modifient la réponse de la boucle en changeant la constante de temps τ du filtre de boucle.

Lorsque le comparateur mesure un décalage de phase important entre le *top* synchronisation ligne et l'oscillateur (par exemple lorsque la source est un magnétoscope en lecture, après commutation des têtes vidéo pendant le retour trame), il est nécessaire que la boucle rattrape rapidement l'erreur de phase pour éviter l'effet de drapeau visible en haut de l'écran. Pour cela, il est nécessaire d'augmenter la bande passante de la boucle (PLL) et donc de réduire la constante de temps du filtre de boucle. Ce dispositif permet l'utilisation d'une source audiovisuelle sur toutes les chaînes.

Asservissement de position

Il est nécessaire de centrer l'image sur l'écran. Pour cela on utilise un second comparateur de phase permettant (fig. 5) :
• le réglage manuel du cadrage (potentiomètre ou commande à partir de la gestion *via* une interface du genre I2C ou de bus série synchrone ou IM bus, etc.).
• de compenser les erreurs de phase provoquées par le *driver* ligne et le final ligne :
  – la grandeur de référence étant la tension de sortie de l'oscillateur ligne,
  – la grandeur de mesure étant l'impulsion de retour ligne.

Le résultat de cette correction est directement appliqué au *driver* ligne (*cf.* figure 3 « Organisation fonctionnelle du balayage ligne »).

Exemple : application au circuit intégré TDA 2579

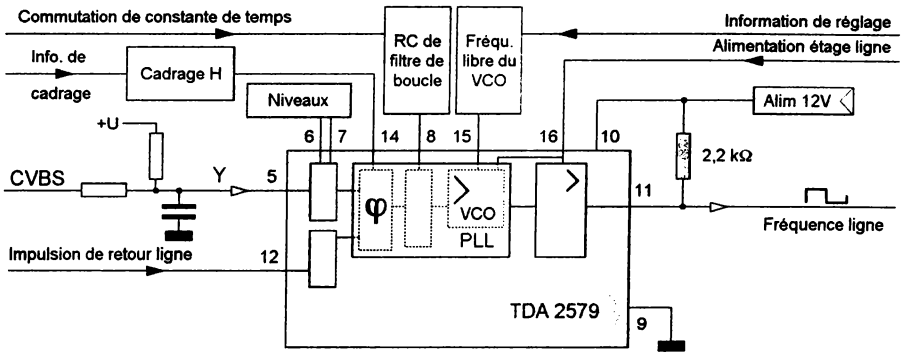


Fig. 5 : Environnement du circuit TDA2579.

Conditions de démarrage du circuit intégré TDA2579

Dès qu'une tension supérieure à 9 V est présente sur la broche 16 du TDA2579 (fig. 5), l'oscillateur ligne entre en fonctionnement et une tension de commande est disponible en sortie ligne broche 11.

Les autres fonctions du TDA2579 démarrent seulement lorsqu'une tension de 12 V est présente sur la broche 10.

Fonctionnement de l'oscillateur ligne (TDA2579)

En absence de signal Y broche 5, l'oscillateur ligne génère un signal de commande de l'ordre de 15 625 Hz, dépendant du réglage de la fréquence libre du VCO.

Lorsqu'un émetteur est syntonisé, le signal vidéo-composite débarrassé de la chrominance est appliqué *via* la broche 5 à un circuit séparateur de *tops* de synchronisation ligne et trame. Les *tops* lignes sont appliqués sur l'entrée consigne (ou référence) du premier comparateur du PLL. Si la fréquence libre du VCO est dans la plage de capture, le VCO est asservi. En régime établi, une impulsion de retour ligne présente sur la broche 12 est appliquée en entrée d'un second comparateur de phase, conjointement à l'information de cadrage manuel issue de la broche 14. Le résultat corrige les erreurs de cadrage.

La réponse du filtre de boucle peut être corrigée par une information appliquée broche 8 :

- la constante de temps est longue lorsque le signal vidéo est de mauvaise qualité,
- la constante de temps est moyenne en fonctionnement normal.

OSCILLATEUR TRAME (VIDÉO 50 HZ)

Considérant la durée de l'aller trame (18,4 ms) et les caractéristiques électriques des bobines de déviation trame, dans le chapitre « balayage

trame » il est montré qu'il est nécessaire de réaliser une commande en rampe de tension de l'étage de puissance trame (amplificateur classe AB) pour obtenir un balayage vertical linéaire.
Pour simplifier et aller à l'essentiel, ne considérer que les balayages trame associés à des circuits vidéo 50 Hz.

Organisation fonctionnelle des circuits de balayage trame

Des variantes sont à envisager dans la réalisation de l'oscillateur trame :
• les structures les plus anciennes utilisent un générateur de signaux en dent de scie synchronisé par les *tops* de synchronisation trame (fig. 6),
• les circuits récents permettent de réaliser les signaux en dent de scie (50 Hz) à partir du générateur ligne 15 625 Hz, par division et mise en forme. Cette solution, utilisant la boucle d'asservissement et l'oscillateur ligne est plus précise.

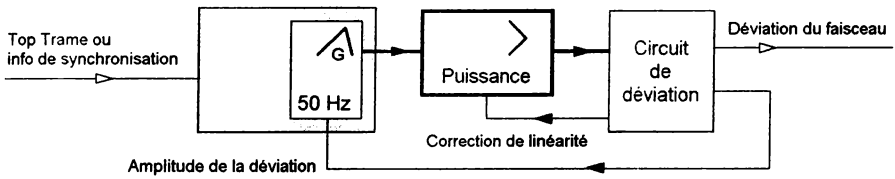


Fig. 6 : Organisation fonctionnelle du balayage trame.

Solution technologique envisagée : le TDA2579

Les *tops* trame obtenus en sortie du séparateur trame sont comparés au signal résultant de la division du VCO (fréquence ligne) (fig. 7). Il est donc possible par comptage, de déterminer si le signal vidéo satisfait à la norme 525 lignes (60 Hz) ou 625 lignes (50 Hz).

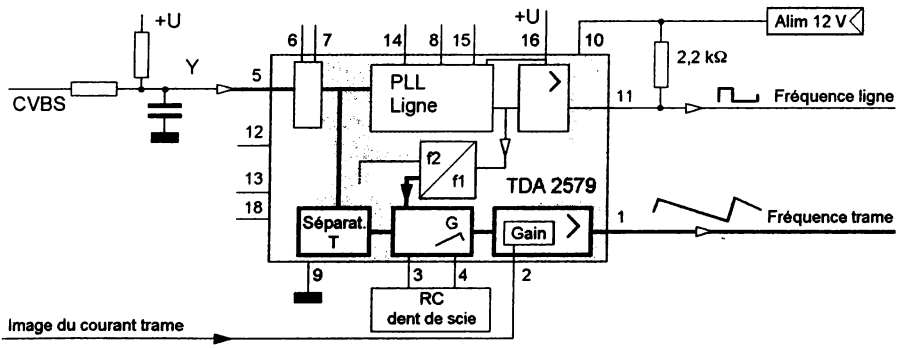


Fig. 7 : Générateur trame intégré au circuit TDA2579.

Lorsque la synchronisation trame est réalisée, un circuit interne prépositionne le diviseur. La position de synchronisation est alors mémorisée et remise à jour sur une durée moyenne de 3 trames, évitant ainsi des décro-

chages verticaux de l'image en cas de perturbation dans la transmission vidéo (très utile en lecture de certaines bandes vidéo comportant des raccordement de séquences mal déterminés).

Circuit TA8659 et composants associés

Le schéma partiel suivant résume la solution retenue sur le châssis ICC7 de THOMSON. Le circuit TA8659 est un processeur vidéo câblé ou *jungle* multifonction. L'essentiel de la fonction service du téléviseur est intégrée au circuit TA8659. La partie de la fonction service interne au TA8659 comporte son alimentation propre, broche 40 (valeur nominale : 9 V). En absence de tension d'alimentation broche 40, les oscillateurs ligne et trame ne sont pas alimentés. Le balayage ligne ne fonctionne pas. Aucune tension secondaire n'est produite sur le transformateur ligne. Le téléviseur est alors configuré en veille.

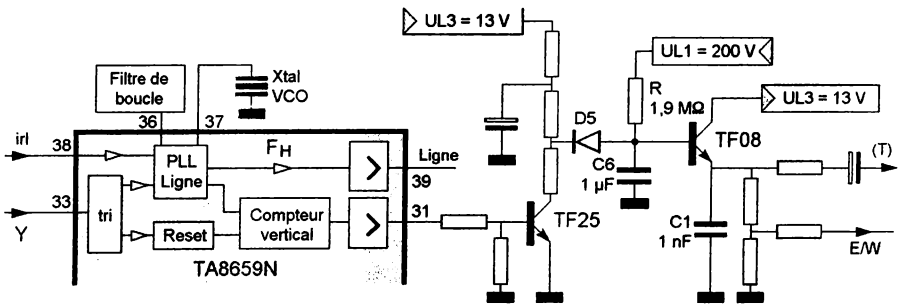


Fig. 8 : Schéma partiel du générateur trame ICC7 (THOMSON).

Le PLL ligne fabrique la tension de commande du *driver* ligne disponible broche 39. La phase et la fréquence sont asservies aux *tops* de synchronisation ligne extraits du signal vidéo présent en entrée sur la broche 33 (référence du comparateur de phase du PLL). En broche 38 sont appliquées les impulsions de retour ligne (signal de mesure).
Un compteur vertical commandé par une sortie secondaire du PLL ligne est remis à zéro à chaque *top* trame (fig. 8). Le signal produit broche 31 est une impulsion rectangulaire à fréquence trame correctement positionnée en phase par rapport au signal vidéo composite CVBS.
Pour commander le circuit amplificateur de puissance trame (amplificateur fonctionnant en classe AB), il est nécessaire de produire une tension en dent de scie (dent de scie trame).

Broche 31	TF25	D5	Tension aux bornes de C6
0	bloqué	bloquée	rampe de tension
1	saturé	conductrice	décharge de C6 toutes les 20 ms

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

La tension en dent de scie est disponible sur l'émetteur de TF08 (fig. 9). Cette tension est appliquée en entrée de l'amplificateur de déviation trame (T). L'autre sortie (E/W) fournie la tension de commande de correction est/ouest, nécessaire au fonctionnement correct des circuits de déviation ligne quand le châssis est équipé d'un tube cathodique 110°.

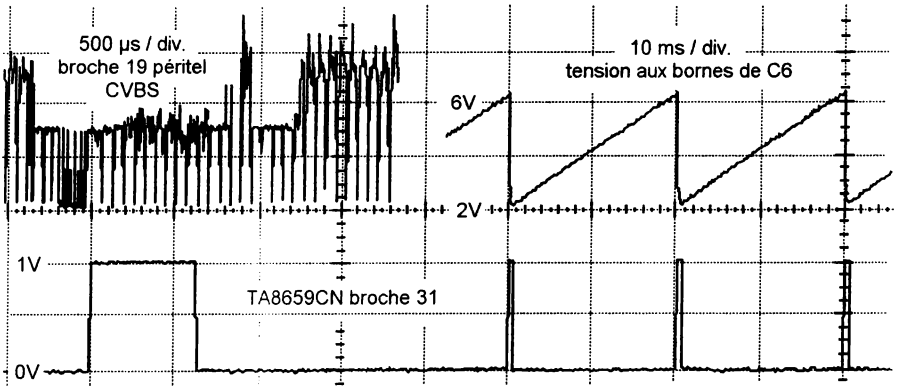


Fig. 9 : Oscillogrammes caractéristiques du fonctionnement du générateur trame organisé autour du TA8659N.

FONCTIONS SPÉCIALES

Qualité de la transmission vidéo ou du signal Péritel

Le fonctionnement des oscillateurs ligne et trame est subordonné :
- à la qualité du signal vidéo composite, révélateur de la qualité de la transmission ou de la nature de la source audiovisuelle (magnétoscope par exemple),
- à l'origine de la norme utilisée (50 Hz ou 60 Hz),
- au fonctionnement correct des étages de puissance ligne et trame (protection du tube image).

Dans d'autres applications, il peut être envisagé de réaliser un *mute vidéo* et/ou un *mute son* (en absence d'émission par exemple).
Enfin, la mesure de la qualité du signal vidéo peut être utilisée pour informer le microcontrôleur de gestion et fournir par exemple une information de type *stop* dans le déroulement d'une procédure de recherche automatique de station.

Exemple d'application : le TDA2579

Le signal vidéo-composite CVBS/Fbas partiellement débarrassé de la chrominance est aligné sur un niveau de tension et traité dans l'étage de TRI. Une mesure du souffle (rapport signal sur bruit) et une mesure du niveau du noir sont réalisées (fig. 10).

En fonction de la qualité du signal vidéo, la broche 18 connectée au circuit interne d'identification de la transmission vidéo donne une information mémorisée par le condensateur Cident.

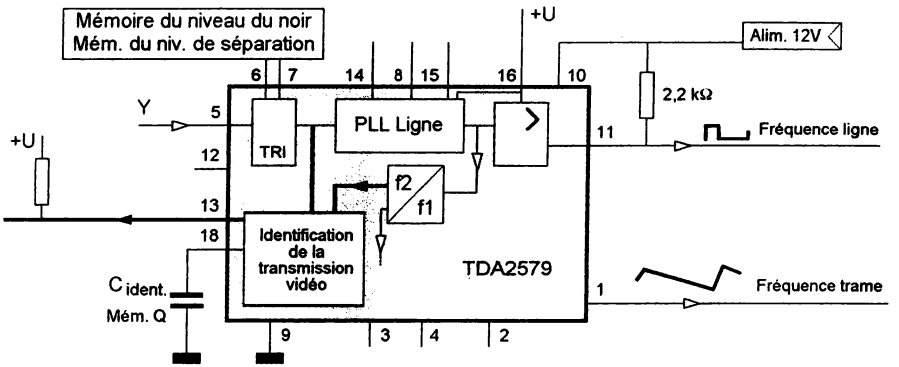


Fig. 10 : Circuit d'identification de la transmission vidéo.

On peut mesurer :
• entre 0 V et 1 V environ, en absence de signal vidéo ou lorsque la boucle PLL n'est pas verrouillée,
• entre 5 V et 7 V environ, lorsque le fonctionnement est correct et lorsque le signal vidéo est de bonne qualité,
• au delà de 8 V lorsque le niveau de bruit est élevé.

La sortie broche 13 fixe un niveau bas (0 V) tant que le PLL n'est pas verrouillé. En utilisant une résistance de *pull-up*, on obtient une commande du type 0 ou U pouvant être utilisée à la réalisation d'une commande de *mute* son ou *mute* vidéo.

Asservissement des transferts opérés par la gestion

Une relecture rapide de la fin du chapitre « Gestion à microcontrôleur » (Tome 1) nous rappelle que certaines routines de transfert de données SDA sur un bus (I2C ou autre bus série) ne peuvent être autorisées que par le *top* trame ou par une impulsion V–, synchrone du *top* trame et positionnée pendant le retour trame.

En outre, l'impulsion V–, positionnée pendant le retour trame, peut être utilisée pour asservir le positionnement de la fenêtre OSD dans la trame, le positionnement en ligne étant obtenu à partir de l'impulsion de retour ligne fabriquée sur un secondaire du transformateur ligne.
Nous faisons porter nos investigations sur les éléments des châssis ICC7-ICC8 de THOMSON (fig. 11).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

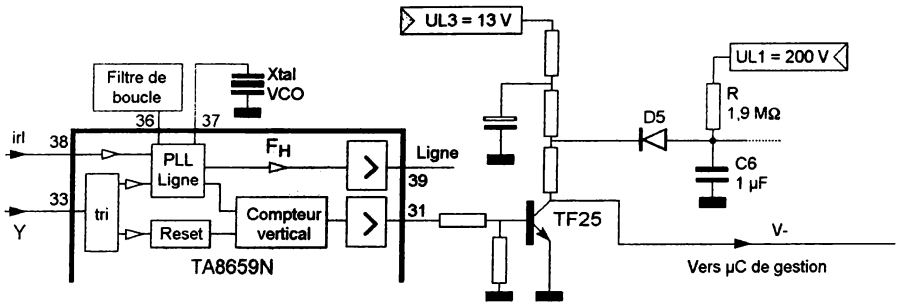


Fig. 11 : Production de l'information de retour trame V– sur ICC7-ICC8 (THOMSON).

SANDCASTLE OU SUPER SANDCASTLE (SSC)

Signal de service composite, le SSC contient les informations de :
- niveau et phase du signal de suppression ligne,
- *top* de synchronisation ligne retardé et calibré,
- niveau suppression correspondant à la durée de retour trame.

L'oscillogramme 12 représente, à la fréquence ligne, le signal de *sandcastle*, le signal CVBS/Fbas étant pris comme référence.

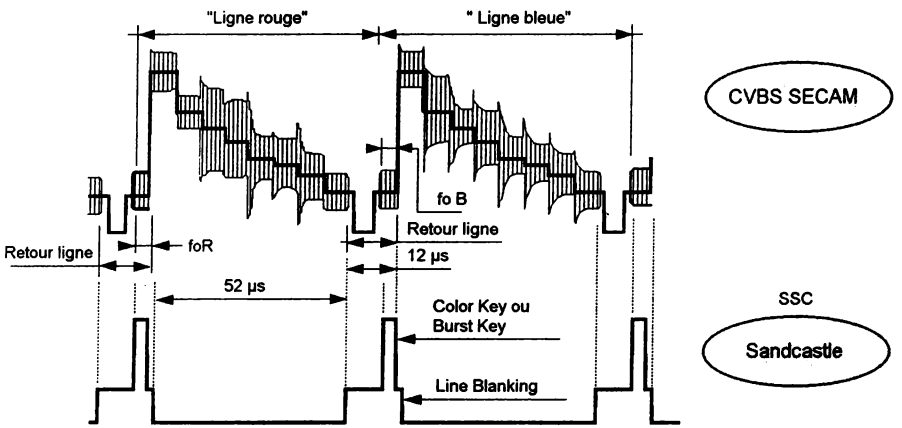


Fig. 12 : Signal de SSC à la fréquence ligne.

Le signal vidéo composite CVBS donne la référence de phase. L'oscillogramme du *sandcastle* positionne les niveaux du *sandcastle* par rapport au signal CVBS/Fbas à la fréquence ligne, la base de temps de l'oscilloscope réglée sur 20 µs/cm.

Pour visualiser le signal *sandcastle* à la fréquence trame, la base de temps de l'oscilloscope est réglée sur 2 ms/s. La figure suivante montre les trois niveaux du signal super *sandcastle* SSC.

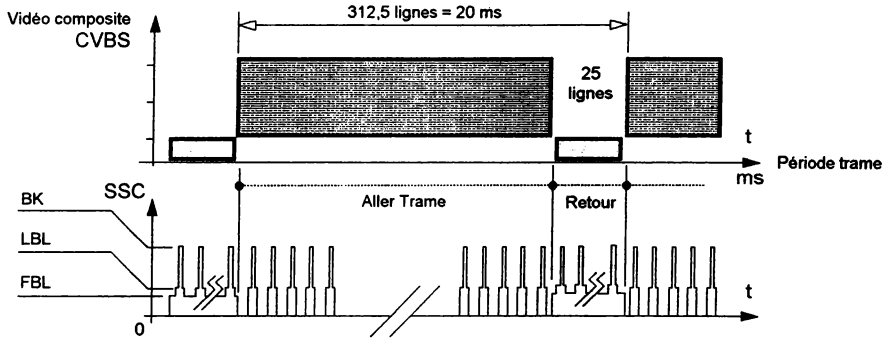


Fig. 13 : Signal de SSC à la fréquence trame.

Le niveau BK (*Burst Key*) est utilisé pour restituer la valeur moyenne du signal vidéo (*clamp* ou alignement synchronisé) et identifier le standard couleur.
Le niveau LBL (*Line Blanking*) permet de restituer la commande de blocage du tube cathodique pendant les retours ligne (*cut-off*, extinction du *spot*).
Le niveau FBL (*Frame Blanking*), à ne pas confondre avec le FB (*Fast Blanking*), signifiant la commande de commutation rapide. Le niveau de *Frame Blanking* permet de restituer la commande d'extinction du *spot* pendant les retours trame.
On peut dire que la ligne du super *sandcastle* transmet trois informations analogiques de type série asynchrone. Ces informations seront séparées dans les fonctions les utilisant. Il est donc important que les niveaux de tension de chaque palier, définis par le constructeur, soient parfaitement respectés !
Les structures associées à la réalisation du signal de super *sandcastle* sont généralement intégrées. Citons par exemple le circuit intégré TDA2579 monté sur les châssis FL1 de PHILIPS ou CUC4400-5300 de GRUNDIG. Citons encore le TEA2029 monté sur le châssis ICC5 de THOMSON.

Dans les circuits récents de type TDA ****, le fonctionnement du générateur de super *sandcastle* SSC est asservi aux impulsions de retour ligne (pour déterminer le niveau d'effacement ligne) et à l'image du courant de déviation trame (pour déterminer le niveau de suppression trame).
Le TDA2579 (fig. 14) utilise l'impulsion de retour ligne appliquée sur la broche 12 pour corriger en phase le niveau d'effacement ligne (deuxième niveau du *sandcastle Line Blanking* – LBL).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

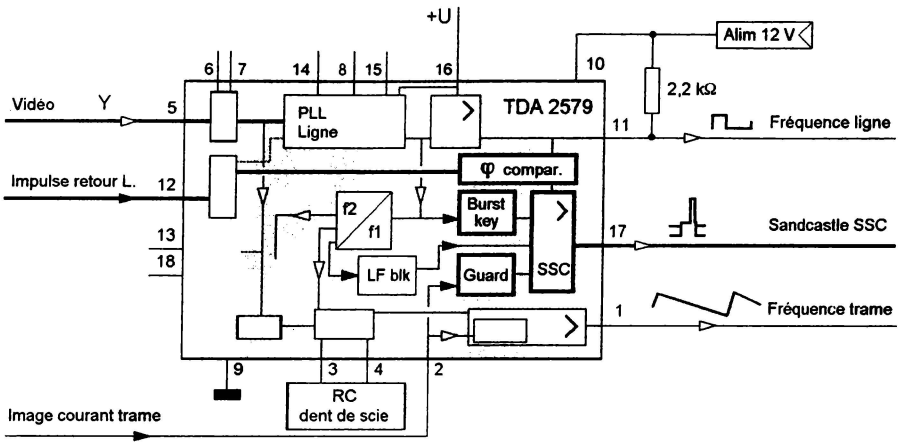


Fig. 14 : Production du signal de SSC dans le TDA2579.

FONCTION SERVICE DE TYPE NUMÉRIQUE

Mise en situation

Dans les paragraphes précédents, nous avons mis en évidence la nécessité de réglages (nombreux), de façon à réduire les défauts dus aux dispersions des caractéristiques des éléments constituant le téléviseur.

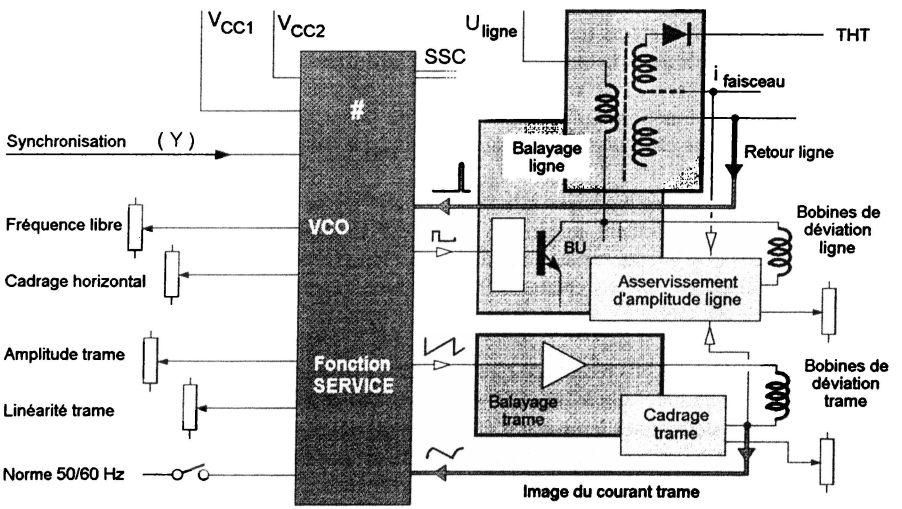


Fig. 15 : La fonction service et son environnement : le schéma met en évidence les nombreux réglages quand la fonction service est analogique.

Évolution vers une solution numérique

Il est intéressant de pouvoir regrouper les différents réglages (qui seront de type EVR – *Electronic Variable Resistor* : réglage potentiométrique) dans une fonction unique :

- la fonction service permet de réaliser tous les réglages liés à la géométrie de l'image,
- les valeurs initiales des réglages sont stockées en mémoire sauvegardée (EEPROM) au niveau de la fonction gestion,
- une liaison, réalisée par un bus série (de type I2C ou IM) et l'interface (I2C ou IM) interne à la fonction service, assure le transfert bidirectionnel des données :
  - de la gestion vers la fonction service afin de rafraîchir en permanence les réglages,
  - de la fonction service vers la gestion, la fonction service devant accuser réception des réglages (ACK dans le protocole I2C ou par relecture des contenus des registres).

À noter aussi que des circuits de surveillance (amplitude ligne, amplitude trame, etc.) peuvent informer la fonction service du fonctionnement correct des circuits de déviation ligne et déviation trame. Ces informations sont alors stockées dans des registres qui sont lus par la gestion.
Le schéma précédent (fig. 15) évolue selon la figure suivante (fig. 16). On constate une simplification des circuits de contrôle de la fonction service. Les informations de réglage transitent pas le bus série.

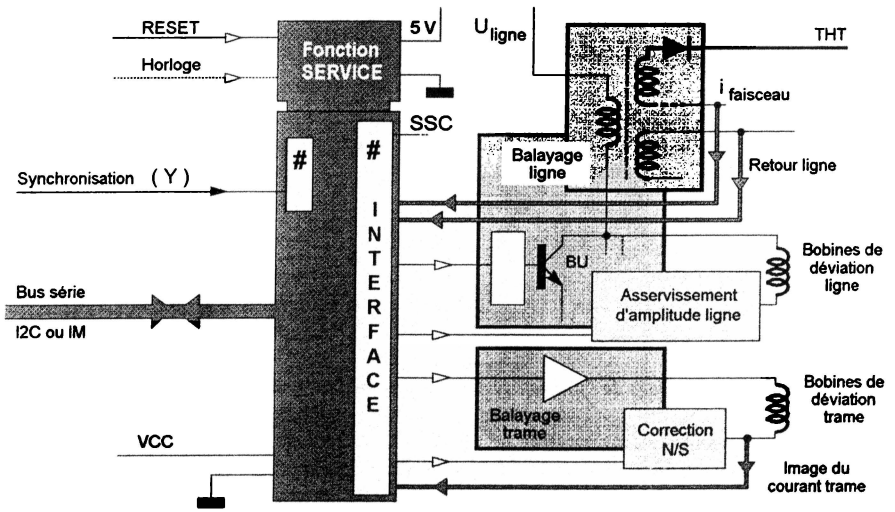


Fig. 16 : Fonction service de type numérique et son environnement.

On remarque qu'il n'y a plus de réglages potentiométriques dans les circuits de puissance (asservissement ligne et cadrage trame). Par contre, les grandeurs de mesure sont directement acheminées vers la fonction service (faisceau, impulsion de retour ligne, image du courant trame, etc.).
Le traitement des informations dans la fonction service est de type numérique. Les structures internes utilisent des convertisseurs.

Principaux réglages effectués à partir de la fonction gestion

Ces réglages ne devant pas être modifiés en fonctionnement normal, l'utilisateur ne doit pas pouvoir y accéder. Il sont seulement accessibles lorsque le téléviseur est configuré en mode service.
Les quatre premiers réglages représentés figure 17 conditionnent le fonctionnement du téléviseur. Quand l'amplitude ligne ou l'amplitude trame est trop faible, un circuit de sécurité ou la gestion demande le passage en veille du téléviseur ou l'extinction du tube.
Un défaut de cadrage peut aussi déclencher la mise en sécurité du téléviseur.

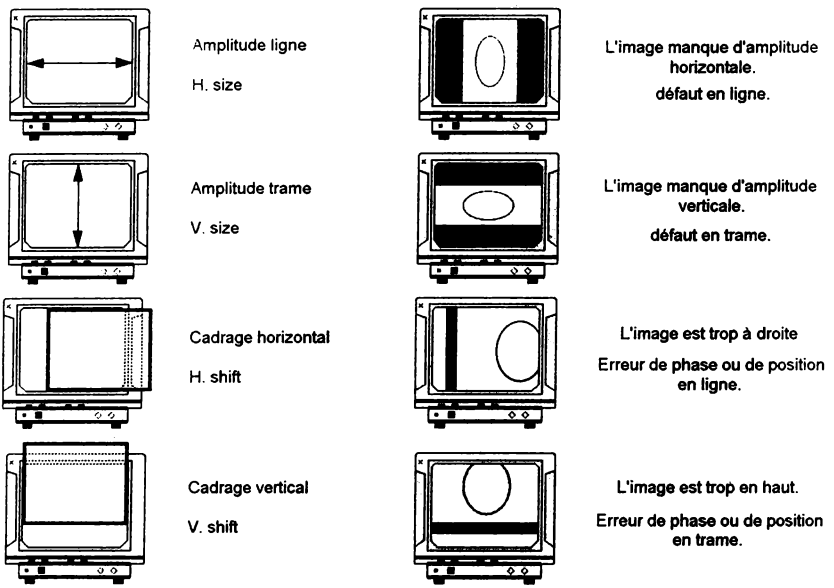


Fig. 17 : Réglages d'amplitude et cadrage de l'image : symbolisation et défaut visible à l'écran.

Il devient donc impossible de procéder à un réglage de type *mode service* puisque dans tous les cas, on ne dispose plus de l'écran pour afficher le contenu de la mémoire EEPROM ou pour visualiser, sur l'image, l'action des réglages demandés.

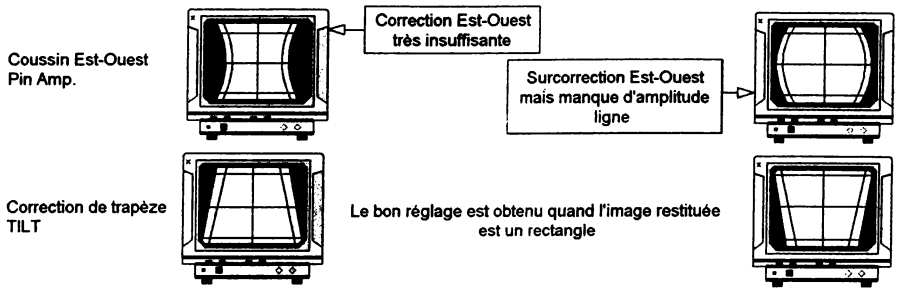


Fig. 18 et 19 : Réglages de coussin et de trapèze (géométrie de l'image).

Outre la correction de coussin est/ouest proprement dite (fig. 18), la fonction service mesure le courant de faisceau et permet d'asservir l'amplitude ligne (*cf.* chapitre « Balayage ligne et circuits associés »).
Il peut être nécessaire d'ajuster l'amplitude des lignes (fig. 19) du haut (*upper corner pin*) et du bas de l'écran (*lower corner pin*).
D'autres corrections peuvent être mises en œuvre. Citons par exemple la correction *ailes de mouettes* (cas du tube Planar de THOMSON), alignement vertical ou décalage ligne (permet la restitution correcte des contenus verticaux de l'image).

PARTICULARITÉS LIÉES À L'UTILISATION DU DPU EN TÉLÉVISION NUMÉRIQUE

Situation et concept

Dans la première partie de l'étude du téléviseur, nous avons abordé l'étude d'une image reproduite sur un tube cathodique 16/9 comparée à l'image reproduite sur un tube 4/3.
Pour mémoire, retenir qu'il est nécessaire de réduire la durée du contenu luminance-chrominance ligne de 52 µs à 39 µs afin de pouvoir restituer le format 4/3 de l'image émise par la caméra (au format 4/3) sur un tube 16/9 (fig. 20).

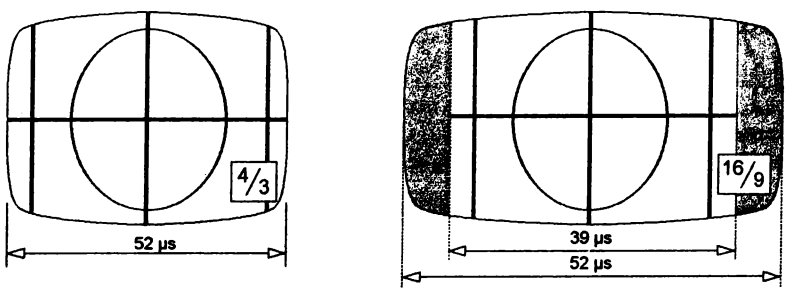


Fig. 20 : Restitution d'une image 4/3 sur un tube au format 16/9.

La conversion du signal CVBS analogique en signaux numériques est une solution au calcul nécessaire d'interpolation permettant de compresser le contenu vidéo-composite pour le ramener à une durée de 39 µs. Il est alors possible d'utiliser directement le contenu numérique de CVBS pour asservir la fonction service !

Prendre comme application le circuit intégré DPU 2553 actuellement utilisé comme composant essentiel de la fonction service sur les châssis IDC2.2 de THOMSON (DPU – *Deflexion Processor Unit*).
Ce composant fait partie d'une famille de circuits développés par le fabricant INTERMETAL.

REMARQUE Au delà de la solution technologique, nous allons nous attacher à établir une *comparaison* entre la réalisation de la fonction service par les circuits traditionnels de type TDA **** ou TEA **** d'une part et entre le DPU **** d'autre part.

Présentation du circuit DPU2553

Après application du signal CVBS numérique sur le port parallèle correspondant aux broches 9 à 15 du DPU (fig. 21), une *quincaillerie numérique de filtres et de détecteurs* permet de situer le fond de *top* de synchronisation ligne (idem en trame).
Des compteurs cadencés par une horloge externe de démarrage à 4 MHz permettent de générer les signaux de service au démarrage (balayages ligne et trame).

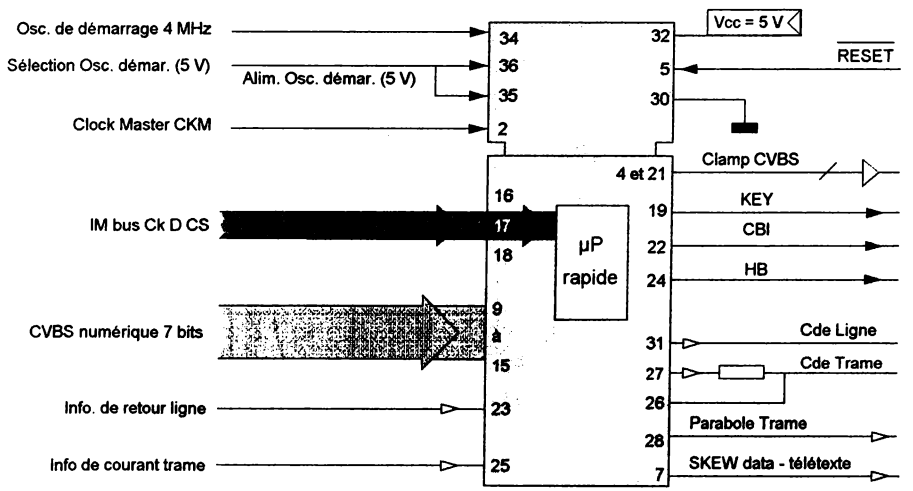


Fig. 21 : Signaux d'entrée-sortie du DPU2553 (Kit DIGI 2000 - INTERMETAL).

En régime établi, l'horloge externe de 17,7 MHz CKM (*Clock Master*) prend le relais. Les compteurs sont initialisés par les *tops* de synchronisation ligne et trame numérisés. L'asservissement est complété par un asservissement de phase élaboré à partir de la mesure des impulsions de retour ligne. L'asservissement de trame est réalisé par la mesure de l'image du courant de déviation trame. Tous les signaux de service sont générés.

Les informations de réglage de géométrie de l'image sont transmises par l'IM bus :

- amplitude, cadrage ligne et correction est/ouest (parabole trame),
- amplitude trame, variable selon le format de l'image à reproduire (format cinéma sur écran 16/9 d'une image émise en 4/3) et cadrage trame.

Nature et rôle des signaux de service produits par le DPU

Clamp CVBS

Pour permettre un échantillonnage et une conversion numérique corrects, il est nécessaire de fixer la valeur moyenne du signal CVBS issu de la fonction commutation. Pour mémoire, se rappeler que lors de la transmission HF, la composante continue du signal CVBS a été perdue. Il est donc nécessaire de la restituer. L'impulsion de *clamp* (alignement synchronisé) n'est généré que s'il est nécessaire de corriger la valeur moyenne du signal CVBS (fig. 22). En régime établi, le palier arrière est aligné sur 5,5 V ou 5,25 V.

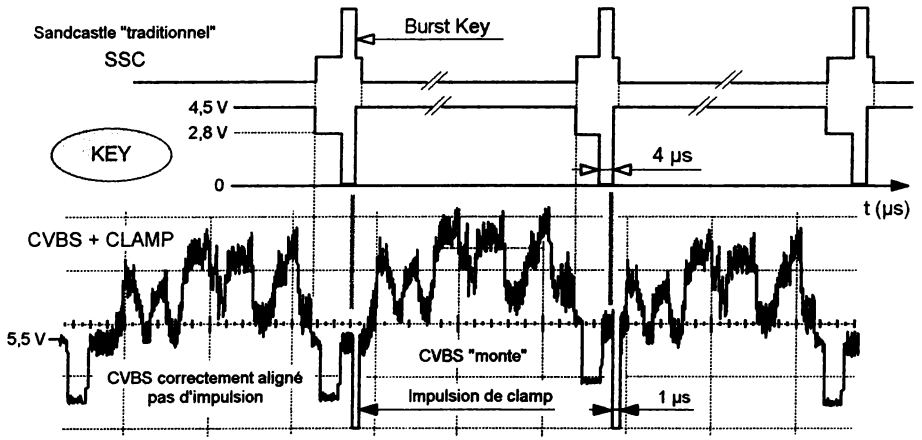


Fig. 22 : Comparaison du SSC (analogique) à la production du signal KEY. Positionnement de l'impulsion de clamp dans le signal CVBS.

Key

L'information k*ey (fig. 22)* n'est pas sans rappeler le *burst key* du *sandcastle* des circuits analogiques traditionnels. Le niveau bas généré par

comptage à partir du *clock master* CKM et synchrone du *top* ligne, est en coïncidence avec le *burst PAL* ou la salve SECAM. L'information *key* est utilisée pour l'extraction de *burst* ou salve et permettre l'identification du standard couleur.

CBI (*Composite Blanking Information*)

Ce signal contient les informations de suppression ligne et trame. Il remplit le même rôle que les deux premiers niveaux du super *sandcastle*.

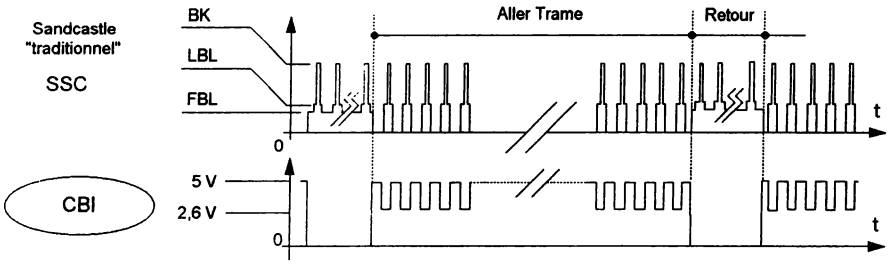


Fig. 23 : Comparaison des contenus des signaux SSC et BCI.

HB (*Horizontal Blanking*)

Sortie au niveau haut (4,5 V) au repos, sortie au niveau bas (0 V) pendant la suppression ligne (retour ligne).

Skew Data

Information utilisée pour la correction de l'affichage télétexte.

Commande ligne

Signal issu de l'oscillateur ligne, à destination du circuit *driver* ligne réalisant l'interfaçage avec l'étage final de puissance ligne. On notera simplement que pendant la phase de démarrage du téléviseur, la mise en route du balayage ligne est progressive. La durée des créneaux de commande de saturation du transistor de puissance ligne est limité à 34 µs de façon à minimiser le transfert des énergies mises en jeu.

En phase de démarrage, la commande ligne est réalisée à partir de l'oscillateur de 4 MHz !

Commande trame

Signal issu d'un modulateur interne de type PWM asservi par un microprocesseur rapide interne au DPU. Le signal disponible broche 27 (fig. 21) permet d'obtenir la rampe nécessaire à la commande trame par intégration (circuit RC extérieur). Un circuit de commutation interne permet par la broche 26 de réaliser le retour trame (par décharge du condensateur d'intégration).

Parabole trame

Information de commande de correction est/ouest. Elle est réalisée directement par un modulateur piloté par le microprocesseur interne.

Surveillance des amplitudes ligne et trame

En fonctionnement normal, les informations de retour ligne et trame sont présentes et renseignent la fonction service du bon état des circuits de balayage.

L'absence de l'une ou l'autre des informations peut signifier un dysfonctionnement :

• en ligne : on observe une bande verticale surbrillante pouvant endommager le tube cathodique,

• en trame : on observe une bande horizontale surbrillante pouvant endommager le tube cathodique.

Une numérisation des informations de retour ligne et retour trame est réalisée (fig. 24). Le résultat est sauvegardé temporairement dans des registres d'état (*flag* L, *flag* T), internes à la fonction service. La gestion lit en permanence le contenu des registres d'état. Dès qu'une anomalie est constatée, la gestion donne l'ordre (à la fonction de traitement vidéo, repérée 7 sur le schéma fonctionnel) de bloquer les canons du tube cathodique :

• les canons sont au *cut-off*,

• le courant de faisceau est nul,

• l'écran est noir.

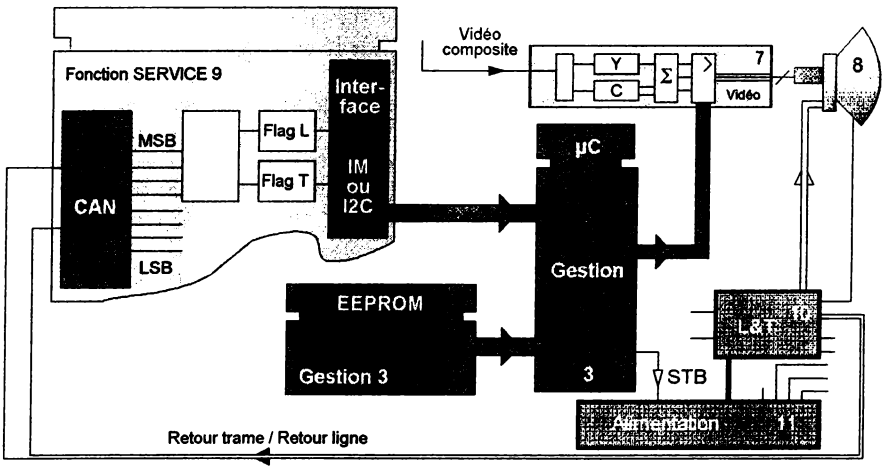


Fig. 24 : Boucle de surveillance des amplitudes ligne et trame.

POINTS DE REPÈRE (N° 3)

Vérification du super sandcastle *SSC*

Source UHF, antenne : téléviseur en réception.

Signal CVBS voie 1 de l'oscilloscope : référence de phase (synchronisation de l'oscilloscope).

Signal SSC voie 2 : signal stable à l'écran de l'oscilloscope.

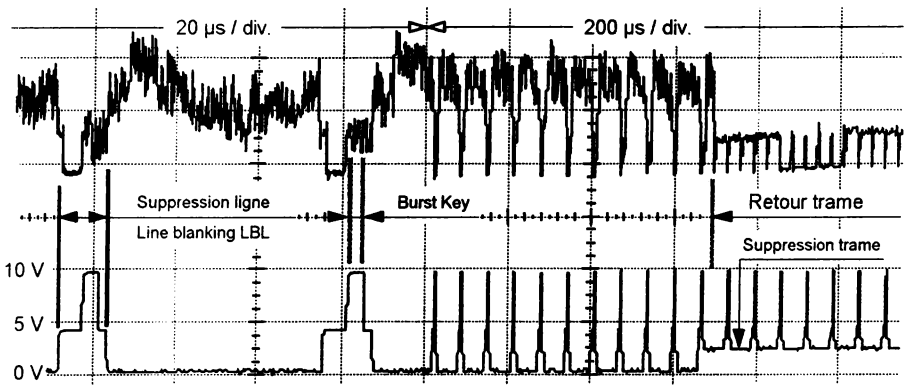


Fig. 25 : Oscillogrammes des signaux CVBS et SSC à la fréquence ligne (20 µs/div.) puis à la fréquence trame (200 µs/div.).

Lors de l'analyse du signal super *sandcastle* (fig. 25), trois aspects doivent être considérés.

• La forme d'onde : les fronts de montée doivent être très rapides (ou raides). La durée du niveau du *burst key* doit être suffisante pour permettre l'extraction correcte des salves ou *burst* du signal de chrominance.

• L'amplitude de chaque palier du SSC doit être respectée. L'oscillogramme de la figure 25 est compatible avec des circuits alimentés en V_{CC} = 12 V environ. Dans tous les cas, il est important de comparer la valeur mesurée de chaque palier du super *sandcastle* aux valeurs données par le concepteur (un oscillogramme accompagne généralement le schéma donné dans le manuel de service « *Service manual* »).

• La phase du signal SSC est déterminée de façon stable et précise par rapport au signal vidéo composite CVBS. Le générateur de *sandcastle* est toujours synchrone du signal CVBS.

SSC et problèmes de transmission

Le générateur de *sandcastle*, la ligne de transmission et les circuits d'utilisation (circuits de charge) peuvent présenter certains défauts :

• présence de capacité parasite dues au câblage (circuit imprimé),

• présence de capacité en entrée des circuits utilisateurs (conséquence d'un dysfonctionnement interne du circuit intégré), d'où une intégration du signal de *sandcastle*, surtout en ce qui concerne les niveaux de *burst key* BK (ou *color key*) et de *line blanking* LBL. Le niveau de *frame blanking* est peu sensible aux capacités parasites car il est établi pour une durée infiniment plus longue (retour trame) que les autres niveaux du signal super *sandcastle* SSC.

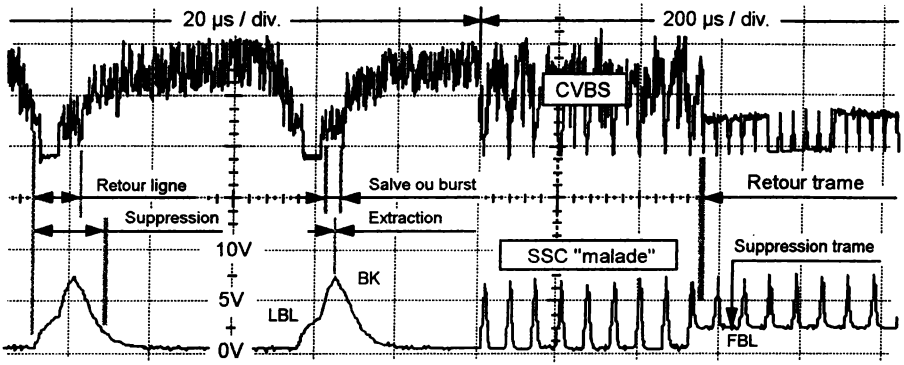


Fig. 26 : Oscillogramme de SSC en défaut.

L'oscillogramme de la figure 26 résume assez bien la situation. La perte d'amplitude du niveau de *burst key* BK est due à l'intégration du signal SSC, le signal est déformé mais le niveau de *frame blanking* FBL est conservé.

Pour rester concret, on considère la structure typique suivante (fig. 27) :

Cas 1 : le SSC est correctement généré. Le dysfonctionnement est mesuré en entrée du circuit de traitement chrominance TDA4555. Compte tenu de la structure utilisée, l'intégration du SSC n'est pratiquement pas répercutée sur la ligne SSC et en particulier, le signal mesuré en entrée du TDA3505 est pratiquement normal.

Le niveau de *burst key* BK n'atteint que très difficilement une tension de l'ordre de 7 V. Si la tension est suffisante pour enclencher les circuits d'extraction de la salve ou *burst*, la durée d'extraction est insuffisante et ne permet pas de mesurer les caractéristiques de la salve ou du *burst*. Le portier (SECAM) ou le *color killer* est activé en permanence. L'image reproduite est en noir et blanc quelque soit le standard de codage couleur (PAL ou SECAM).

Cas 2 : le SSC est correctement généré. Le dysfonctionnement est mesuré en entrée du circuit d'asservissement vidéo TDA3505. Compte tenu de la structure utilisée, l'intégration du SSC n'est pratiquement pas répercutée sur la ligne SSC et en particulier, le signal mesuré en entrée du TDA4555 est pratiquement normal.

Considérons que la détection du niveau de *line blanking* peut être réalisé à environ 50 % de sa valeur nominale. L'effacement ligne est réalisé tant que la tension de *sandcastle* est supérieure ou égale à environ 3,5 V. L'intégration accidentelle du signal SSC allonge la durée d'effacement ligne en comparaison avec la valeur nominale (12 µs théorique). Le contenu correspondant au début de chaque ligne n'est plus affiché à l'écran. Une bande noire est présente à gauche de l'écran (fig. 28).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

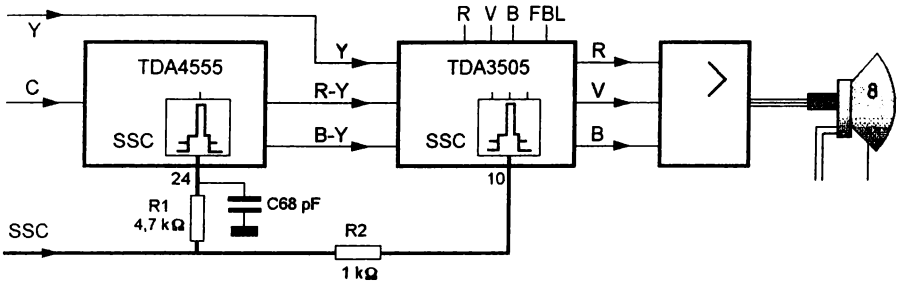


Fig. 27 : Circuits de traitement vidéo utilisant le SSC.

REMARQUE Il est important de bien analyser le défaut. La bande noire s'accompagne souvent d'une diminution de la lumière de l'image. Mais n'ayant pas de référence précise, on peut attribuer la bande noire à un défaut de cadrage. Pour éviter toute erreur d'interprétation, il est intéressant d'utiliser la mire *cours de tennis*.

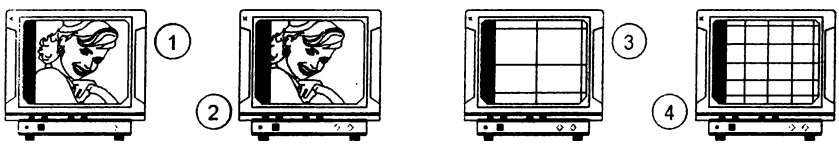


Fig. 28 : Observation de l'image restituée à l'écran.

• Figures 1 & 2
Bande noire constatée sur une image naturelle. On ne dispose pas de repère précis. Il est difficile de dire s'il s'agit d'un problème de cadrage ou de SSC.
figure 1 : la bande noire est due à un défaut de cadrage,
figure 2 : la bande noire est due à un défaut de SSC.

• Figures 3 & 4
La barre verticale au centre du cours de tennis est convenablement positionnée au centre de l'écran. Le problème n'est pas dû à un défaut de cadrage. La mire de la figure 4 permet de vérifier qu'il n'y a pas de défaut de linéarité.

Surconsommation dues aux circuits d'utilisation

Conséquence d'un dysfonctionnement interne au circuits intégrés câblés sur la ligne SSC, la résistance d'entrée des circuits se trouve réduite. Le courant consommé augmente et il en résulte une chute de tension des palier du SSC. Le résultat serait identique s'il se produisait un dysfonctionnement au niveau de l'étage amplificateur de sortie du générateur de signal SSC.

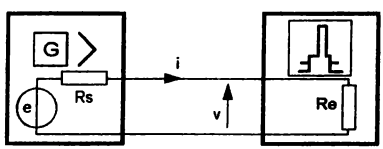


Fig. 29 : Modélisation du générateur de **super sandcastle** *SSC et de la charge (circuits utilisateurs).*

Une augmentation du courant dans le circuit d'utilisation est due à une diminution de *Re* et se traduit par une chute de la tension *v*.

$$v = e\frac{Re}{Rs + Re}$$

Le résultat est identique si on considère une baisse de la tension à vide *e* du générateur.

L'oscillogramme de la figure 30 montre la diminution importante de la tension correspondant à chaque palier de SSC :

- le niveau de *burst key*, normalement utilisé dans les circuits d'asservissement vidéo, n'est plus suffisant pour permettre le fonctionnement des circuits de *clamp* vidéo ; de même, les circuits d'asservissement des *cut-off* ne fonctionnent plus correctement,
- le niveau de suppression trame est *écrasé*. Le faisceau n'est plus supprimé pendant les retours trame.

On observe le plus souvent un écran noir avec des retours.

REMARQUE Une absence de SSC sur le microcontrôleur de gestion peut entraîner un *mute* vidéo !

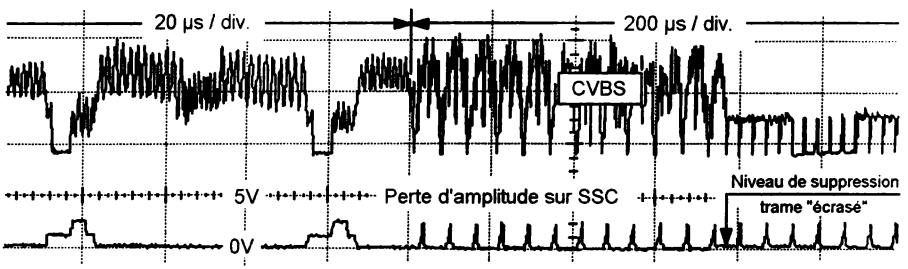


Fig. 30 : Oscillogramme de SSC mesuré suite à une surcharge.

Erreur de phase du *super sandcastle* SSC

Le signal SSC n'est plus synchrone du signal vidéo composite CVBS (fig. 31). Ce dysfonctionnement est souvent lié à une interruption ou à un défaut d'acheminement du signal CVBS, débarrassé de la composante chrominance, en entrée de la fonction service.

Conséquences de ce défaut de synchronisation du SSC par rapport au signal CVBS :

- les effacements ne se produisent plus en coïncidence avec les retours ligne et trame,
- les salves couleur ne sont plus extraites,
- le *clamp* des signaux vidéo est mauvais,
- le contenu de l'image est très détérioré,
- les retours sont visibles et il peut se produire un mute vidéo.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

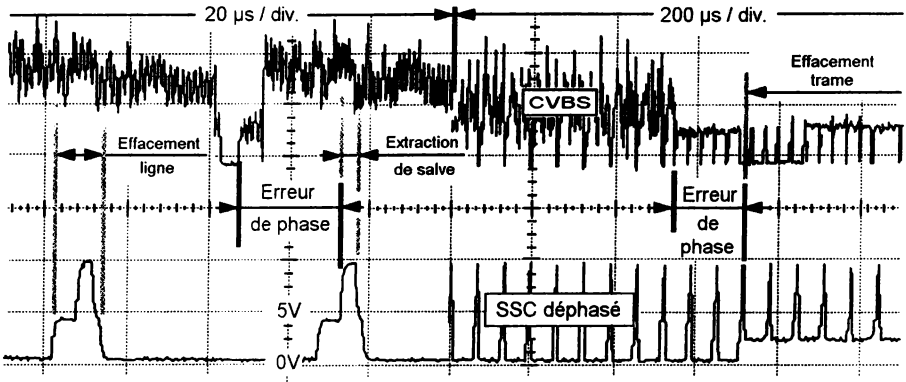


Fig. 31 : Le SSC n'est plus synchrone du signal vidéo composite CVBS.

La figure 32 montre une évolution de l'erreur de phase du SSC, comparée à la phase du signal vidéo composite pris en référence. Le glissement de la phase du SSC comparée à la phase du signal CVBS est caractéristique d'une absence de signal vidéo en entrée de la fonction service.

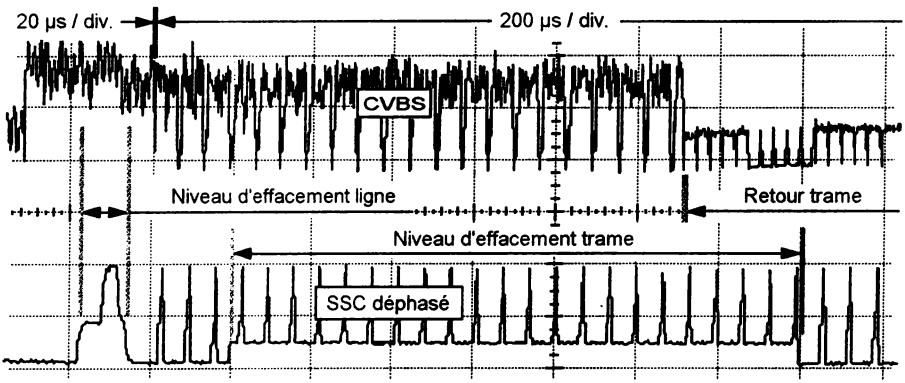


Fig. 32 : Le glissement de la phase de SSC par rapport au signal vidéo composite CVBS est directement observable à l'oscilloscope.

Les écrans de la figure 33 résument le contenu de l'image restituée.

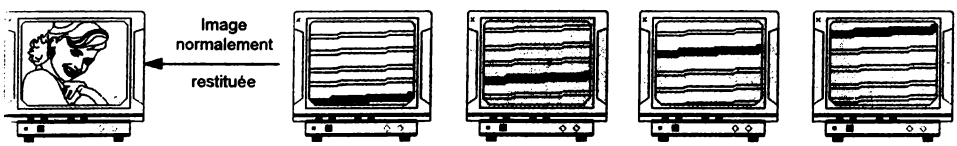


Fig. 33 : L'image très mal reproduite est **déchirée** ***horizontalement et*** **tourne** ***verticalement.***

Très souvent, une perte de synchronisation du signal SSC accompagne une perte de synchronisme des signaux produits par le PLL ligne et par le générateur trame, par rapport au signal vidéo composite CVBS.

Problème sur le générateur de super sandcastle *SSC*

La mesure est faite sur un châssis équipé d'un circuit intégré de type TDA8214. La lecture du schéma interne au TDA8214 montre que le fonctionnement du générateur de *sandcastle* est asservi au fonctionnement du PLL ligne, à l'impulsion de retour ligne et à l'image du courant trame.

Absence d'impulsion de retour ligne

Le signal généré n'est plus en conformité avec le SSC habituel. Il manque le niveau d'effacement ligne (fig. 34) ; les amplitudes des paliers ne sont plus conformes avec les indications du concepteur. Il y a une erreur de phase εφ, aussi bien en ligne qu'en trame et on peut constater des *sauts de phase* aléatoires. Les oscillogrammes de la figure 34 résument la situation.

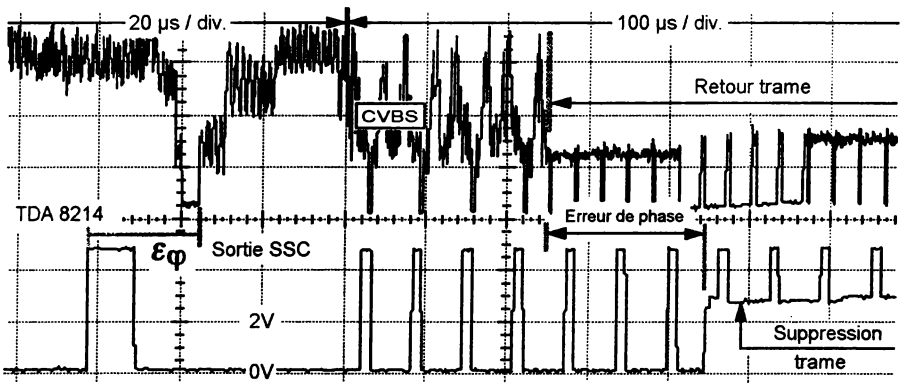


Fig. 34 : **Super sandcastle *SSC incorrect.***

Dans cette configuration de fonctionnement (ou de dysfonctionnement !), le PLL ligne fonctionne (mal puisqu'il manque l'information de retour ligne) et les circuits de balayage fonctionne. Le *mute* son est activé. L'écran est blanc.

PLL ligne

Source UHF, antenne : téléviseur en réception.
Signal CVBS voie 1 de l'oscilloscope : référence de phase (synchronisation de l'oscilloscope).
Signal de sortie du PLL, voie 2 : signal stable à l'écran de l'oscilloscope.

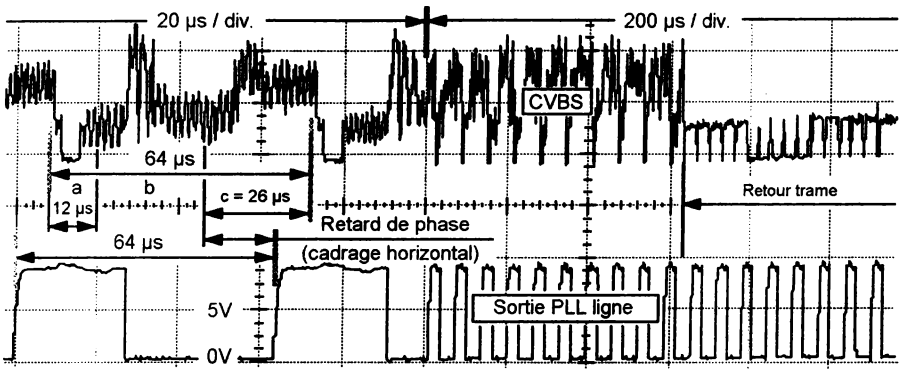


Fig. 35 : Oscillogramme de la tension de sortie du PLL ligne à la fréquence ligne (20 µs/div.) puis à la fréquence trame (200 µs/div.)

L'analyse des oscillogrammes de la figure 35 nous rappelle les caractéristiques essentielles de la commande des circuits de balayage ligne :

• La forme d'onde du signal issu du PLL ligne est rectangulaire. La commande de balayage continue d'être présente pendant le retour trame.

• L'amplitude de la tension de commande ligne issue du PLL est de l'ordre de 10 V quand la tension d'alimentation du circuit est de l'ordre de 10 V à 12 V.

• La phase du signal issu du PLL ligne est déterminée de façon stable et précise par rapport à la phase du signal vidéo composite mesurée en entrée de la fonction service. La phase du signal de sortie du PLL ligne est asservie par l'impulsion de retour ligne à la phase du signal vidéo (*top* ligne). Une pondération est apportée par l'information de cadrage, présente sur une entrée secondaire du PLL ligne. Du bon fonctionnement de cet ensemble dépendra la stabilité horizontale de l'image.

Générateur trame

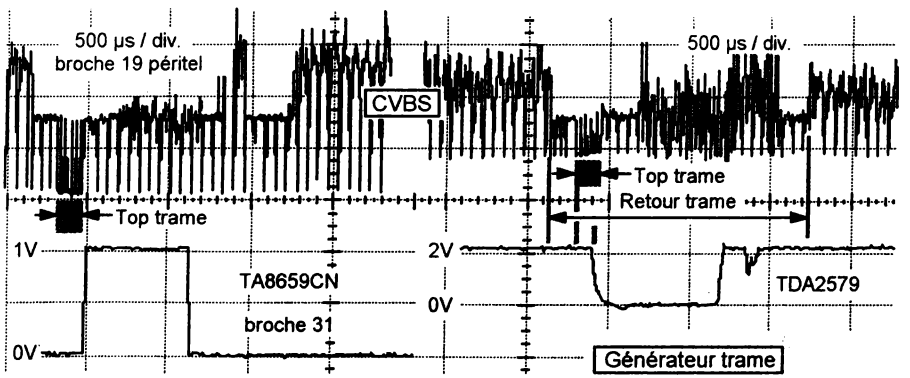


Fig. 36 : Oscillogrammes de la tension du générateur trame à la fréquence trame.

Source UHF, antenne : TV en réception.
Signal CVBS voie 1 de l'oscilloscope : référence de phase (synchronisation de l'oscilloscope).
Signal de sortie générateur trame, voie 2 : signal stable à l'écran de l'oscilloscope (fig. 36).
Les mesures sont conduites sur deux châssis, le premier est équipé d'un TA8659 et le second d'un TDA2579. L'architecture des amplificateurs trame utilisés sur chaque châssis dépend de la forme des signaux produits.

Problèmes sur PLL ligne et générateur trame

Absence de synchronisation ligne et trame en entrée de la fonction service

Une interruption du circuit amenant la vidéo en entrée de la fonction service est constatée. Les *tops* ligne et trame ne peuvent plus être extraits.

Mauvais réglage de la fréquence libre du VCO (PLL ligne)

L'écart de phase est alors trop important entre les *tops* lignes et le signal issu du VCO. Dans ces conditions, le comparateur du PLL fonctionne mal et le verrouillage de la boucle n'est plus assuré.
Les oscillogrammes de la figure 37 résument la situation. Quand l'oscilloscope est synchronisé sur le signal CVBS mesuré broche 19 de la Péritel (le téléviseur étant syntonisé sur un émetteur), on note un *glissement* du signal produit par le PLL ligne, glissement caractéristique d'un défaut de synchronisation. Il en est de même si on visualise sur la voie 2 de l'oscilloscope le signal issu du générateur trame.

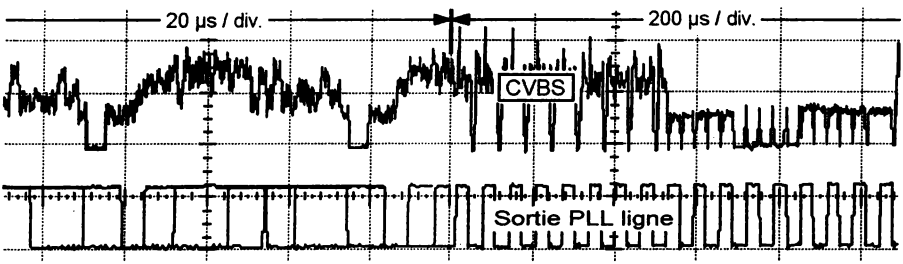


Fig. 37 : La tension de sortie du PU ligne n'est plus en phase avec le signal vidéo composite CVBS.

Les écrans suivants résument le contenu de l'image restituée.

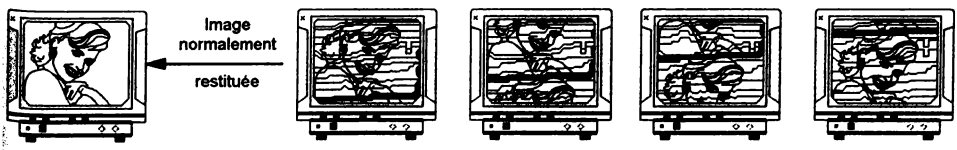


Fig. 38 : L'image est **déchirée** *horizontalement et on constate une forte instabilité verticale.*

Sur la plupart des châssis, quand ce type de défaut se produit, le *mute* son est activé.

CHAPITRE 4
BALAYAGE LIGNE ET CIRCUITS ASSOCIÉS

MISE EN SITUATION

Déviation ligne

Il est nécessaire de faire se déplacer horizontalement le *spot* sur l'écran avec une vitesse pratiquement constante. Cette opération est réalisée par les circuits de balayage ligne.
Étant donné que l'on utilise des tubes images à déflexion magnétique (utilisation de bobines), il faut produire un courant i_D circulant dans les bobines qui soit quasi linéaire, la planéité des tubes actuels imposant une correction de S.

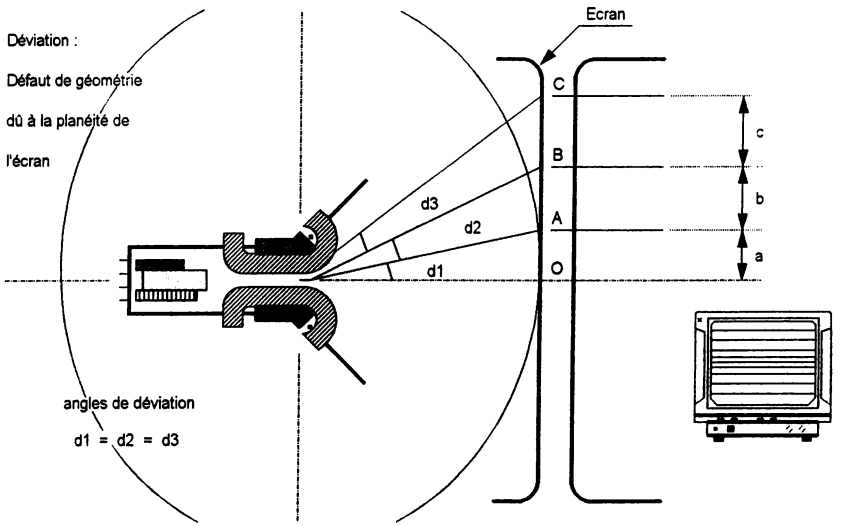


Fig. 1 : Origine du défaut de linéarité.

La durée d'une ligne est très précisément déterminée par la source des images (caméra, magnétoscope, etc.) soit aux environs de 64 µs. D'autre part, l'image reproduite doit être convenablement positionnée par rapport à l'écran. Il est donc nécessaire de synchroniser en fréquence et en phase le balayage ligne du téléviseur avec celui de la source vidéo ; c'est le rôle de la fonction service et en particulier du PLL ligne.

Au delà de l'exemple, considérons les caractéristiques des bobines de déviation utilisées en balayage ligne :

- tube 90° : 55 cm,
- L_H = 1,5 mH,
- r_H = 1,8 Ω.

Pour une fréquence de 15 625 Hz, l'impédance des bobines est :

$$Z_H = \sqrt{r_H{}^2 + (L_H \cdot \omega)^2}$$

Le calcul montre que $r_H << L_H\omega$. On peut donc considérer que les bobines de déflexion ligne se comportent essentiellement comme une inductance L_H.

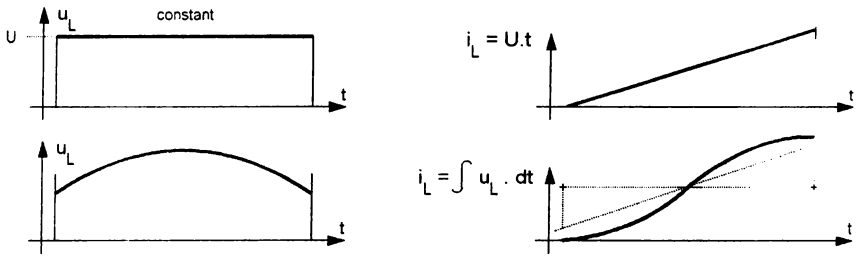


Fig. 2 : Variations de courant i_{LH} obtenus en fonction des tensions appliquées sur les bobines de déviation ligne.

Il est nécessaire d'appliquer une tension constante sur les bobines L_H pour obtenir une rampe du courant de déviation (fig. 2). Pour éviter toute saturation magnétique des noyaux des bobines et pour limiter les énergies mises en jeu, on réalise un circuit permettant d'obtenir un courant i_{LH} à valeur moyenne nulle :

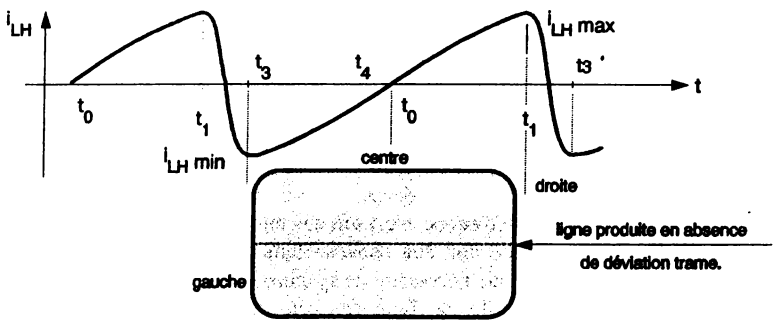


Fig. 3 : Évolution du courant de balayage ligne et position du spot sur l'écran.

Circuit de puissance associé au déviateur ligne L_H

La lecture du schéma de la figure 4 renseigne sur les composants utilisés. On considère un téléviseur équipé d'un écran 4/3, 55 cm ou 62 cm (90° pour le premier, 110° pour le second). Nous établissons un schéma simplifié et l'ordre de grandeur des principaux composants du circuit de balayage ligne :

- Uligne : 105 V à 155 V
- Bobines de déflexion : L_H = 1,5 mH ; r_H = 1,8 Ω
- Condensateur Cr : 22 nF à 33 nF
- Condensateur Cs : 0,39 µF

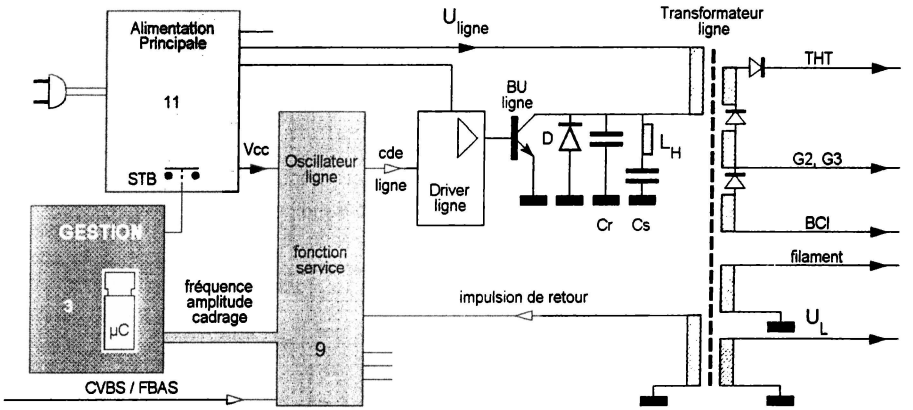


Fig. 4 : Circuit de puissance ligne et éléments associés.

Les valeurs des condensateurs varient selon les dimensions et les caractéristiques de l'ensemble tube-bobines de déviation (ensemble solidaire, monté en usine pour la plupart des tubes actuellement commercialisés). Les tensions d'isolement sont importantes et vont très au delà de 1000 V. Cette donnée sera justifiée lors de l'étude de fonctionnement du circuit. Le transistor T et la diode D sont des éléments de puissance, les courants de crête pouvant dépasser plusieurs ampères.

REMARQUE Certains boîtiers intègrent le transistor et la diode, par exemple le 2055A ! On veillera à toujours représenter le transistor et la diode sur les schémas.

L_H et Cs sont déterminés de façon à satisfaire aux conditions d'oscillation d'un circuit oscillant, c'est à dire :

- la résistance équivalente r_H équivalente à la résistance cuivre des bobines de déflexion et aux résistances parasites du circuit est telle que :

$$r_H < 2\,L_H Cs$$

la période d'oscillation $T = 2\,L_H Cs$ doit être :

$$T > 2 \times 52\ \mu s.$$

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

COMMANDE DE L'ÉTAGE DE PUISSANCE LIGNE

Dans le principe, le transistor *T* fonctionne en mode bloqué-saturé, l'ensemble diode et transistor fonctionnant en commutateur bidirectionnel. La commande du transistor *T* est donc réalisée à partir d'un signal rectangulaire d'environ 15 625 Hz asservi par les *tops* de synchronisation ligne et adapté en puissance par le *driver* ligne (fig. 5).
Le *driver* ligne est une interface permettant d'adapter la commande issue de l'oscillateur ligne (fonction service) aux caractéristiques d'entrée de l'étage de puissance ligne dont le BU ligne est l'un des éléments actifs.

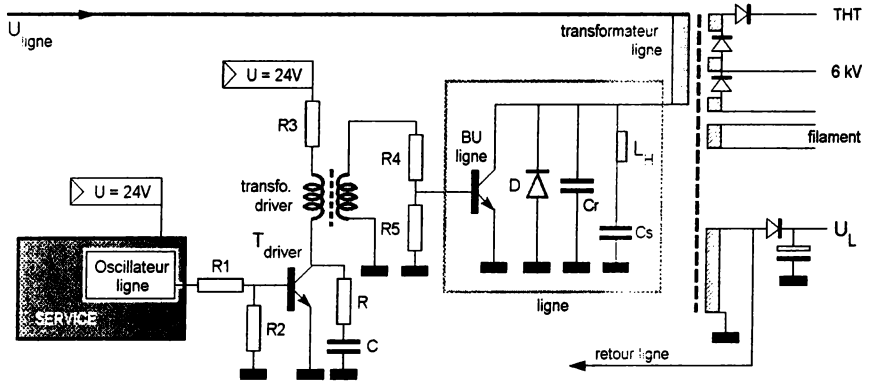


Fig. 5 : Structure typique de l'interface **driver** *ligne.*

La tension délivrée par l'oscillateur du PLL ligne est une tension rectangulaire. D'autre part, le transistor de puissance ligne (BU ligne) fonctionne en régime de découpage (bloqué-saturé). Les conditions de commande du BU ligne sont comparables aux conditions de commande du transistor de découpage de l'alimentation principale (BU alim.).

Phase de découpage	1	2	3	4
Transistor BU	passage à la saturation	saturé	déstockage	bloqué

Les oscillogrammes de la figure 6 illustrent le traitement, par le *driver* ligne, de la commande ligne issue de la fonction service, jusqu'à l'obtention d'une tension adaptée à la commande de base du transistor de puissance ligne (BU ligne).
Les mesures de la figure 6 ont été conduites sur une structure type ICC4 de THOMSON. On reconnaît facilement le pic négatif de tension correspondant à la commande de déstockage du transistor de puissance ligne (BU ligne). La phase de déstockage intervient en fin de l'aller ligne. Le transistor BU ligne est bloqué pendant et au-delà du retour ligne.

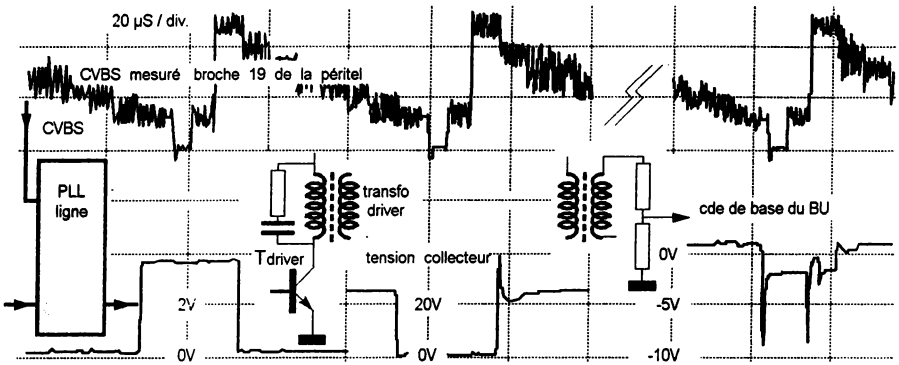


Fig. 6 : Oscillogrammes caractéristiques du fonctionnement du **driver** *ligne.*

Considérons la structure du *driver* ligne de la figure 7 : elle évite l'utilisation d'un transformateur *driver*. L'étude de fonctionnement montre que la commande incorpore tous les *ingrédients* nécessaires à la réalisation des phases de fonctionnement du BU ligne.

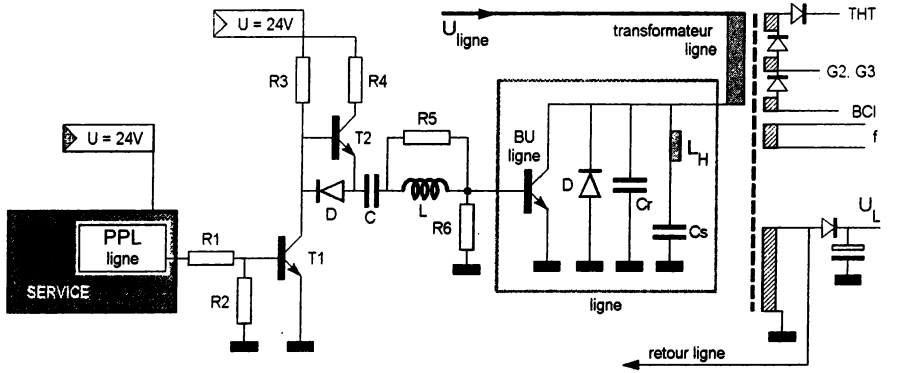


Fig. 7 : **Driver** *ligne : variante.*

Quand le châssis est équipé d'un tube grand format, le courant de déviation est important. Il est alors nécessaire de *muscler* l'étage *driver* ligne. On utilise des structures comparables à celles développées dans les circuits de commande du transistor de découpage de l'alimentation principale (fig. 8).

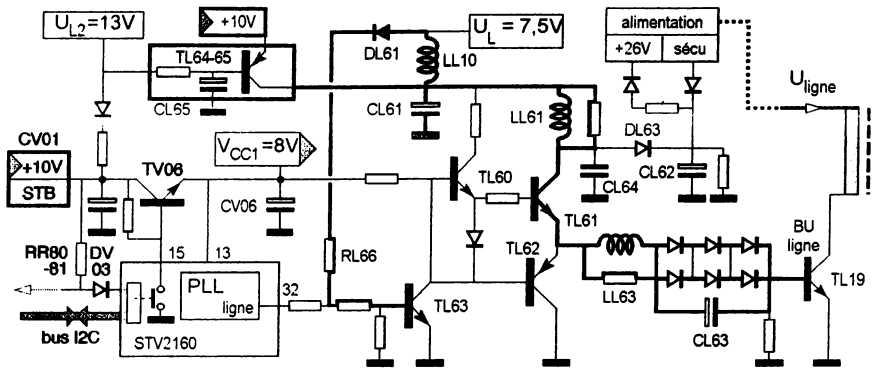


Fig. 8 : Schéma du driver *ligne ICC9 (THOMSON).*

Lecture du schéma et analyse de fonctionnement

Le schéma de la figure 8 représente la structure mise en place sur le châssis ICC9 de THOMSON.

Repérage des alimentations

Les tensions +10 V et +10 V STB (*stand by*) sont fournies par l'alimentation principale et doivent être présentes même quand le téléviseur est en mode veille. La tension aux bornes du condensateur CL61 alimente les circuits *driver*. CL61 est donc chargé à +10 V environ quand le téléviseur est en mode veille.

Les tensions U_L = 7,5 V et U_{L2} = 13 V sont issues du transformateur ligne. Ces tensions n'existent que lorsque le balayage ligne fonctionne.

REMARQUE Au démarrage de l'alimentation, une tension de 4,9 V, dite de référence (5VREF), est établie broche 21 du circuit intégré STV2160, *via* les résistances RR80, RR81 et la diode DV03. La tension de 4,9 V stabilisée est obtenue aux bornes d'une diode zéner interne au STV2160. Cette tension est utilisée, entre autre, par l'interface I2C interne au STV2160.

État naturel, en veille, des circuits

Le condensateur de l'alimentation *driver* CL61 étant chargé, il alimente *via* RL64 et LL61 les transistors TL61 et TL62 de l'étage de sortie du *driver*. Ces transistors sont polarisés en classe B. D'autre part, CL61 fournit un courant *via* LL10 et RL66 en direction de TL63.

Mode veille :

U_{CL65} : 0

TL64 - TL65 : saturés

CL61 : chargé à +10 V

TL63 : saturé

TL62 : saturé

BU ligne, TL19 : bloqué

En mode veille, le microcontrôleur de la fonction gestion, par un transfert sur le bus I2C, n'autorise pas la conduction de TV06. Aucune tension n'est produite sur l'émetteur de TV06 et en particulier, la broche 13 du circuit intégré STV2160 n'est pas alimentée. Le fonctionnement du PLL ligne n'est pas autorisé.

Passage au régime établi en mode télévision

La sortie de veille est demandée par un transfert sur le bus I2C. Le circuit de régulation interne au STV2160 rend conducteur TV06 et la tension V_{CC1} est établie. Le condensateur CV06 se charge à 8 V et la broche 13 du STV2160 est alimentée. La fonction service et le PLL ligne démarrent. La tension broche 32 tombe au début du 1er cycle du fonctionnement.

Broche 32	CL61	TL63	U_{CV06}	TL62	TL61	BU ligne, TL19
Sortie de veille	chargé à +10V	se bloque	8 V	se bloque	se sature	se sature

Fonctionnement en régime établi, mode télévision

Le PLL ligne délivre un signal rectangulaire dont le rapport cyclique est fixé par la fonction gestion lors d'un transfert sur le bus I2C. Après adaptation et mise en forme par le circuit *driver* ligne, la tension de commande obtenue est appliquée à la base du transistor de puissance ligne (BU ligne) TL19. L'ensemble constitué par le transformateur ligne alimenté par Uligne, le BU ligne et les éléments périphériques, constitue une alimentation à découpage. Les tensions secondaires sont produites, en particulier :

U_L = 7,5 V et U_{L2} = 13 V.

Le condensateur CL65 est chargé au travers d'une résistance de 10 kΩ. La tension à ses bornes dépasse environ 10 – (2 × 0,6) = 10,8 V, le *darlington* constitué des transistors TL64 et TL65 est bloqué ; l'alimentation +10 V est déconnectée. L'alimentation du *driver* est assurée par la tension U_L = 7,5 V. On note encore que U_{L2} = 13 V rend la diode DV01 conductrice et *prend le relais* de l'alimentation +10 V STB. La tension V_{CC1} = 8 V est toujours assurée.

La structure réalisée par les diodes et le condensateur CL63 constituent le générateur de déstockage (fig. 9).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

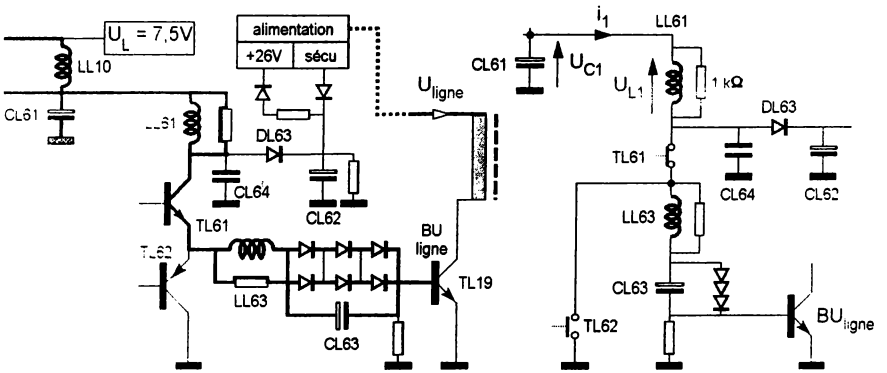


Fig. 9 : Modélisation du circuit de commande du BU ligne (ICC9).

Comportement du circuit *driver* pendant un cycle de fonctionnement : on considère le circuit pendant le début du cycle correspondant à la mise en saturation du BU ligne (fig. 9).

TL61	TL62	BU ligne	Courant i_1	U_{L1}	LL61	DL63
saturé	bloqué	saturé	↗	> 0	réceptrice	bloquée

L'établissement du courant i1 dans le circuit est progressif. Compte tenu des éléments du circuit, on peut dire que la variation décrit une portion de sinusoïde. Le tableau suivant résume le comportement du circuit pendant la fin du cycle de fonctionnement.

TL61	TL62	BU ligne	Courant i_1	U_{L1}	LL61	DL63
bloqué	saturé	bloqué	↘	< 0	génératrice	conductrice

Quand le courant i_1 décroît, la tension aux bornes de la bobine LL61 s'inverse. L'anode de la diode DL63 est portée à un potentiel égal à $U_{C1} + U_{L1}$. La tension récupérée sur le condensateur CL62 est donc nettement supérieure à la tension d'alimentation du circuit (la tension aux bornes de CL62 dépasse 30 V !) L'énergie ainsi récupérée est connectée par DL62 sur la ligne de l'alimentation +26 V.

Si consécutivement à un dysfonctionnement il se produit un arrêt de l'étage *driver*, la charge de CL62 n'est plus assurée et déclenche le circuit de sécurité de l'alimentation principale.

BALAYAGE LIGNE (DÉFLEXION HORIZONTALE)

Puissance ligne : comportement à la mise en marche du téléviseur

Les tensions d'alimentation, initialement à zéro volt, s'établissent et en particulier Uligne = 105 à 145 V. Le transistor de puissance (BU ligne) n'est pas commandé et est donc bloqué (état au repos).

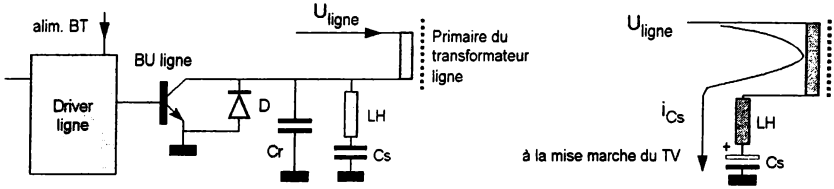


Fig. 10 : Structure de base du circuit de puissance ligne.

Il s'établit naturellement un courant i_{Cs} dans la branche Uligne, *P*, L_H, *Cs* et masse : L_H et *Cs* réalisant les conditions d'oscillation, il se produit un transfert alternatif des énergies entre L_H et *Cs* en particulier. Le courant i_{Cs} est sinusoïdalement amorti.

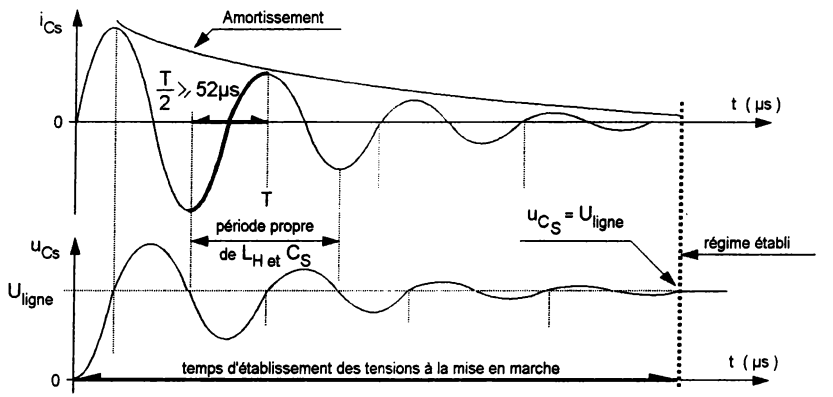


Fig. 11 : Transfert des énergies entre L_H et Cs à la mise en marche du téléviseur.

Il en résulte aux bornes de *Cs* une tension en quadrature avec le courant *Cs* (fig. 11). Au delà du temps nécessaire à l'établissement des tensions à la mise en marche, l'état électrique de la branche Uligne, primaire du transformateur ligne, L_H, *Cs* est le suivant :

- Uligne = 105 à 145 V selon le tube utilisé,
- le courant *Cs* dans L_H est nul (plus d'énergie dans les bobines L_H, ni dans le primaire du transformateur ligne). $i_{Cs} = 0$ signifie qu'il n'y a pas de déviation du faisceau. Le *spot* est au centre de l'écran !
- les tensions aux bornes de chaque enroulement du transformateur ou des bobines de déviation L_H sont nulles,

• *Cs* est chargé à la tension Uligne. Compte tenu de la capacité de *Cs* = 0,39 µF, la quantité d'électricité stockée est : Q = Uligne*Cs*, soit : $Q = 0{,}39 \cdot 10^{-6}.130$ soit Q = 50 µCoulomb. Cette valeur est très grande quand on considère la durée d'un demi aller ligne.

Cet état électrique est stable (et peut durer longtemps !).
Nous décomposons en 4 temps le cycle nécessaire au balayage d'une ligne, la position de départ du spot étant la position de repos établie ci-dessus, c'est à dire le centre de l'écran.

Premier temps du balayage ligne

Au temps t_0 (fig. 12), la tension appliquée sur la base du transistor sature celui-ci (*Vbe* de l'ordre de 0,8 à 1 V).

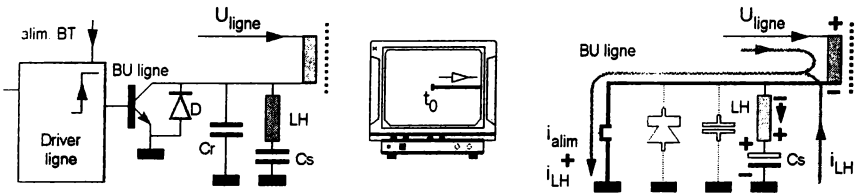


Fig. 12 : 1er temps du balayage ligne : le spot se déplace du centre vers la droite de l'écran.

BU ligne saturé

Uligne débite dans le transistor (fermé) à travers le primaire du transformateur ligne. Uligne étant une tension régulée, le courant i_{alim} est une rampe. Le primaire du transformateur est récepteur et accumule une énergie :

$$Wp = 0{,}5 L_P i_{alim}$$

Cs initialement chargé à Uligne, débite dans le transistor à travers les bobines de déviation L_H. Les bobines sont réceptrices et accumulent une énergie W_{LH}. Le courant dans les bobines de déviation (fig. 13) varie selon l'équation :

$$i_{LH} = \frac{1}{L_H} \int u_{Cs} dt$$

Le transistor est saturé. La décharge partielle de *Cs* se faisant à travers une bobine (inductance), la tension u_{Cs} est une portion de sinusoïde. La primitive d'une fonction sinusoïdale étant elle aussi sinusoïdale (en cosinus) à la phase près (90°), il en résulte que i_{LH} évolue en sinusoïde à partir de zéro, selon le chronogramme suivant.

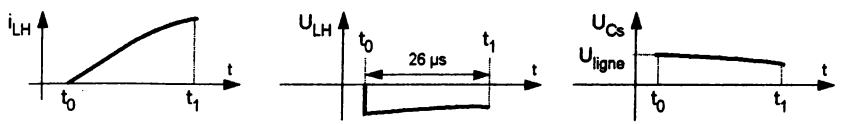


Fig. 13 : Courant et tension pendant le 1er temps du balayage ligne.

i_{LH} varie selon une rampe corrigée en S (fonction sinus). Le champ magnétique généré dans les bobines L_H amène le *spot* à droite de l'écran. On note que la charge de *Cr* est initialisée à zéro pendant le premier temps.

Deuxième temps du balayage ligne

Au temps t_1, il est nécessaire d'interrompre rapidement la conduction du transistor de puissance (BU ligne). Pour cela on applique sur sa base une pointe de tension négative permettant (fig. 14) :
- de déstocker les charges d'espace base-émetteur du BU ligne,
- de bloquer rapidement le transistor pour ne pas risquer de l'endommager.

BU ligne bloqué

Les courants i_{alim} et i_{LH} ne peuvent pas s'annuler instantanément (loi de variation du courant dans une inductance). Le condensateur *Cr* ferme le circuit.

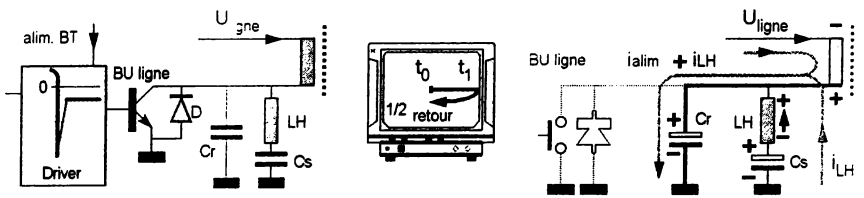


Fig. 14 : Début du retour ligne pendant le 2e temps du balayage.

Les courants i_{alim} et i_{LH} décroissent :
- le primaire du transformateur ligne et les bobines de déviation deviennent générateurs et leurs polarités s'inversent. Les énergies accumulées pendant le premier temps sont transférées vers les secondaires pour le transformateur ligne et vers *Cr*,
- *Cr* se charge à une tension égale à :

$$u_{Cr} = u_{Cs} + u_{LH} = \text{Uligne} + \text{Uprimaire transfo.}$$

La tension u_{Cr} peut atteindre des valeurs de l'ordre de 1200 V !
(le temps de transfert des énergies étant très court, les tensions développées par les inductances accordées sur *Cr* sont importantes.)

Lorsque le courant i_{LH} est nul, le *spot* est au centre de l'écran. On est alors à la moitié du retour ligne. C'est le temps *t*3.
Dans le circuit de balayage, L_H est en série avec *Cs* et *Cr*. La variation du courant i_{LH} est sinusoïdale. La tension développée aux bornes des bobines L_H est sinusoïdale et en quadrature avec le courant. Au temps *t*3, $i_{LH} = 0$: la tension u_{LH} est donc à sa valeur de crête selon la représentation donnée sur le chronogramme de la figure 15.

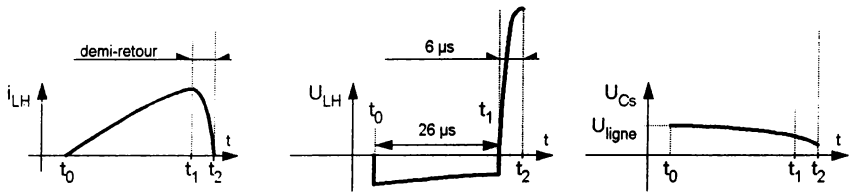


Fig. 15 : Courant et tensions pendant le 2e temps du balayage ligne.

La valeur de *Cr* est déterminée par rapport à la valeur de L_H de telle façon que la période de l'oscillation du circuit pendant le retour soit inférieure ou égale à deux fois 12 µs. Le circuit L_H, *Cr* est dit accordé. Le condensateur *Cr* est aussi appelé condensateur d'accord (noté *Ca*). Le circuit est de type RLC. Son coefficient de qualité permet de calculer précisément la surtension apparaissant sur *Cr* pendant le retour.
On note que pendant le deuxième temps du balayage, le condensateur *Cs* continue de se décharger (fig. 15).

Troisième temps du balayage ligne

Au temps t_2, les courants sont nuls. L'énergie dans les bobines de déviation est nulle. Le condensateur de retour (ou d'accord) *Cr* (ou *Ca*) est chargé à une tension de l'ordre de 1200 V (fig. 16). *Ucr* lance un courant i_{LH} croissant sinusoïdalement en sens inverse (le courant i_{LH} est alors noté négativement). Les bobines de déviation L_H sont réceptrices.

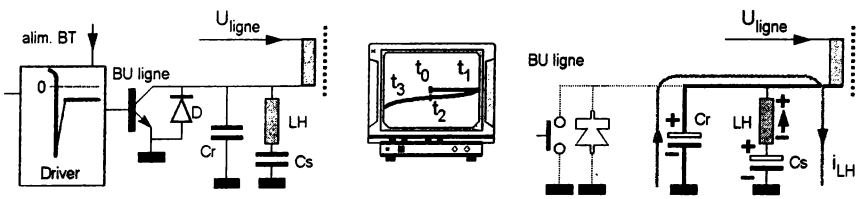


Fig. 16 : Fin du retour ligne pendant le 3e temps du balayage.

BU ligne bloqué, diode *D* bloquée

Il circule aussi un courant en sens inverse dans le primaire du transformateur qui est récepteur.
Cr se décharge. *Cs* se recharge. L'impulsion de retour décroît.

L'énergie fournie par *Cr* est répartie entre le circuit primaire du transformateur ligne et Uligne d'une part et les bobines de déviation L_H et *Cs* d'autre part. Lorsque la tension aux bornes de *Cr* devient inférieure à Uligne, un complément d'énergie est transférée au circuit de balayage (L_H et *Cs*) : les pertes dues à la résistance cuivre des bobines, à la résistance de fuite du condensateur et aux diverses charges sont compensées.

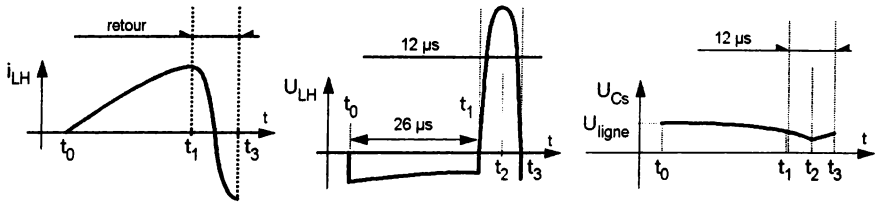


Fig. 17 : Courant et tensions pendant le 3e temps du balayage ligne.

Quatrième temps du balayage ligne

Au temps t_3, *Cr* est déchargé. Le courant i_{LH} ayant atteint la valeur de *creux*, il doit pouvoir remonter vers zéro. En valeur absolue, le courant dans les inductances décroît. L_H devient génératrice. Le courant charge *Cr* en sens inverse jusqu'à atteindre une tension de 0,6 V. La diode *D* devient conductrice.

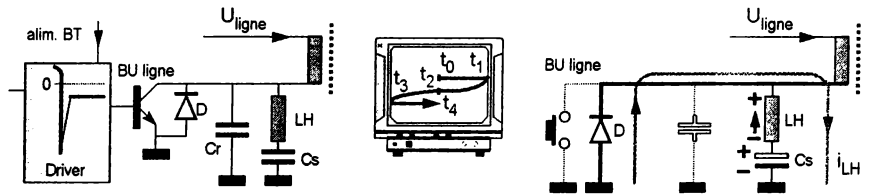


Fig. 18 : Au 4e temps du balayage, le spot se déplace de la gauche vers le centre de l'écran.

Diode *D* conductrice

Dans le circuit de balayage, *D* ferme le circuit L_H, *Cs*. Le courant remonte selon une portion de sinusoïde (rampe corrigée en *S*) vers zéro. *Cs* récupère l'énergie accumulée dans L_H lors du troisième temps du cycle de balayage.

Le *spot* décrit le premier demi-aller de l'écran (fig. 18).

Les chronogrammes de la figure 19 résument des 4 temps du balayage ligne. Dans un but de simplification, il n'a pas été tenu compte des temps de réponse des composants à la commutation.

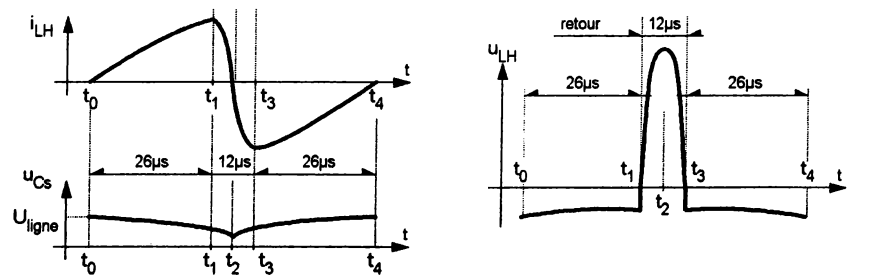


Fig. 19 : Courant et tensions caractéristiques d'un cycle complet du balayage ligne.

Les oscillogrammes de la figure 20 sont mesurés sur un châssis ICC4 de THOMSON.

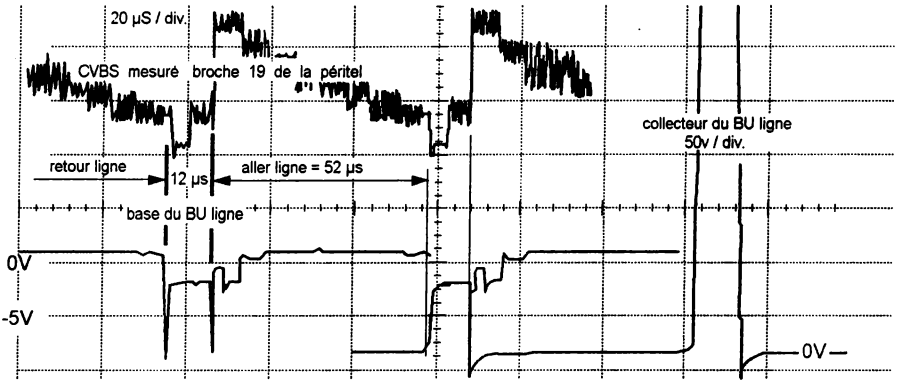


Fig. 20 : Tensions de base et de collecteur du transistor de puissance ligne.

REMARQUE Pendant le quatrième temps du balayage ligne, la diode *D* est conductrice. L'étape suivante correspond au premier temps du second cycle du balayage, premier temps pendant lequel le transistor BU ligne est saturé. Afin d'éviter tout retard dans la commande du transistor, on anticipe la mise en saturation du BU ligne pendant le quatrième temps du balayage ligne.

CORRECTION DES DÉFAUTS DE GÉOMÉTRIE

Nature des défauts de géométrie

Défaut de géométrie ; défaut de linéarité

Le défaut de géométrie est dû au fait que le centre de courbure du tube est en arrière du centre de déviation des électrons constituant le courant de faisceau. Il est corrigé par le S du courant de déviation ligne.

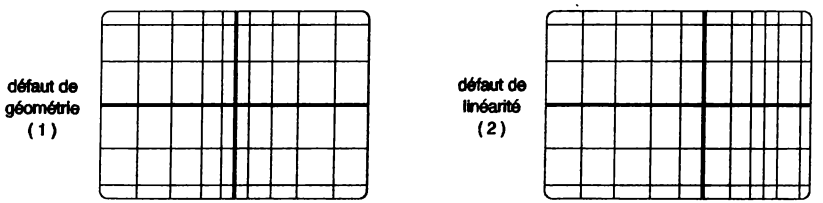


Fig. 21.

Figure 21 (1) : le défaut de géométrie constaté est symétrique par rapport à la ligne médiane. La trame est convenablement restituée.
Le défaut de linéarité correspond à une variation dans le comportement du déviateur selon qu'il est récepteur ou générateur d'énergie (revoir les phases du cycle de balayage).

Figure 21 (2) : le défaut de linéarité constaté n'est pas symétrique par rapport à la ligne médiane mais se situe sur le côté droit de l'écran. La trame est convenablement restituée.

Défaut dû à la planéité de l'écran

L'écran du tube cathodique étant relativement plat, son rayon de courbure est très supérieur à celui donné par le déviateur.

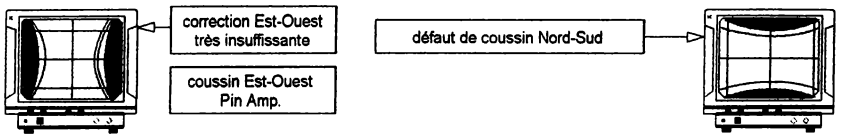


Fig. 22 : Distorsion de coussin est-ouest ; nord-sud.

Il en résulte une distorsion de *coussin* de l'image reproduite :
- le défaut de coussin est/ouest est un défaut en ligne,
- le défaut de coussin nord/sud est un défaut en trame.

Le défaut est souvent compensable par une fabrication particulière des bobines de déviation trame produisant alors un champ magnétique de déviation en *tonneau*.

Défauts d'amplitude et de cadrage

Lorsque l'amplitude ligne n'est pas respectée, il y a déformation de l'image. L'amplitude de l'image reproduite est fonction de l'amplitude du courant de déviation ligne.

Un défaut de cadrage peut être dû à un défaut de positionnement du bloc de déviation. On peut le corriger en ajoutant une composante continue au courant de déviation ligne.

REMARQUE La solution au problème de la correction des défauts de géométrie horizontale est plus ou moins globale selon les structures mises en œuvre et aussi selon les formats des tubes et les performances recherchées. Quand la fonction service est réalisée sur la base d'un circuit numérique, l'ensemble des commandes de correction est réalisée à partir de la fonction gestion *via* la fonction service numérisée.

Certaines corrections sont réalisées par l'adjonction d'une structure simple. Le réglage est manuel. C'est encore aujourd'hui le cas de la correction de linéarité.

Principe de la correction de linéarité

Quand le déviateur ligne est récepteur, la tension à ses bornes peut s'écrire : $L_H\omega i - ri$, r représentant la résistance cuivre.

Quand le déviateur est générateur, la tension à ses bornes devient : $L_H\omega i + ri$. Il en résulte une dissymétrie des courants i_{LHmax} et i_{LHmin}.

Pour compenser le défaut, on introduit en série dans le circuit de déviation une inductance comportant un noyau magnétique pré-aimanté (fig. 23).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

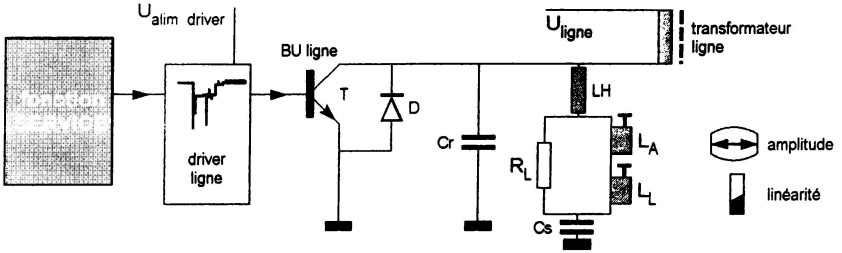


Fig. 23 : Circuit de puissance ligne comportant une bobine de linéarité L_L et un réglage d'amplitude L_A.

L_L est la bobine de linéarité. Selon la valeur instantanée du courant qui la traverse, l'inductance de L_L varie.

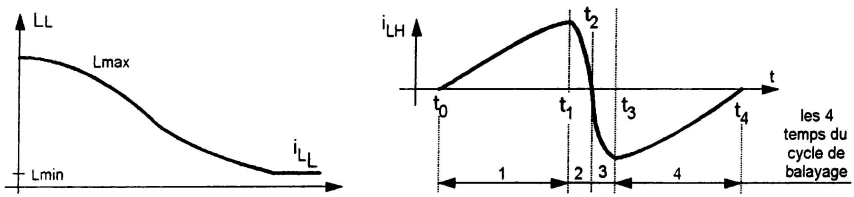


Fig. 24 : Variation de l'inductance L_L en fonction du courant.

La bobine de linéarité est câblée de telle sorte que (fig. 24) :
• pendant les temps 1 et 2, i_{LH} produit un champ qui s'ajoute au champ rémanent de la bobine de linéarité. On va vers une saturation magnétique du noyau qui entraîne une diminution de L_L,
• pendant les temps 3 et 4, i_{LH} étant négatif, il produit un champ en sens inverse qui s'oppose au champ rémanent. L'inductance L_L augmente.

La résistance R_L en parallèle sur L_L et L_A amortit les sur-oscillations.
L'oscillogramme de la figure 25 montre les variations de la tension, mesurée en pied, des bobines de déviation ligne sur un châssis équipé d'un tube 90° et dont on rappelle le schéma partiel. Pour en faciliter la lecture, on a repéré les temps d'un cycle de balayage ligne. Quand on compare ce résultat à l'étude théorique des variations de la tension aux bornes du condensateur *Cs*, on remarque une *montée* de tension pendant le retour ligne. Cette montée de tension est due à la présence des bobines de correction d'amplitude et de linéarité.

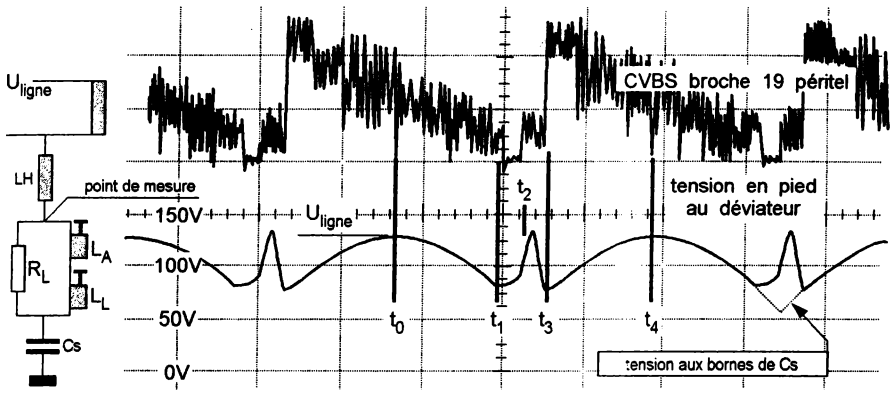


Fig. 25 : Oscillogramme de la tension en pied des bobines de déviation ligne, le signal CVBS est pris comme référence.

Correction est/ouest

Sur les tubes 90° (classique, coins carrés). la fabrication des bobines de déviation ligne permet de produire un champ magnétique variable en fonction de la position du faisceau. L'image est alors correctement reproduite.

Sur les tubes 110°, les dimensions de l'image ne permettent plus ce type de correction. Un circuit électronique de correction est/ouest est nécessaire (même remarque pour les tubes au format 16/9).

Les bords de l'image, avant correction, ont une forme parabolique. La correction doit être faite en fonction de la position de la ligne dans la trame. On choisit de produire un courant i_{LH} dont l'amplitude varie selon une parabole, à la fréquence trame (fig. 26).

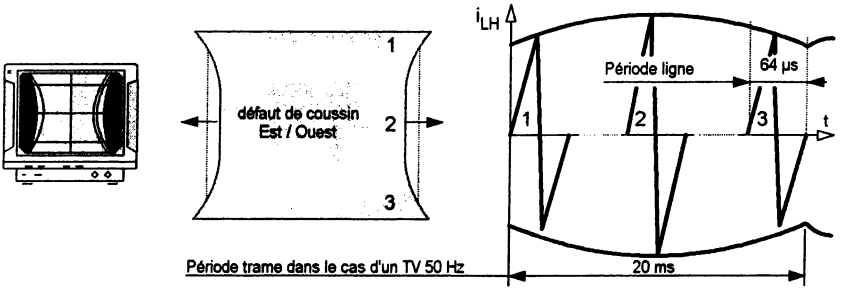


Fig. 26 : Coussin est/ouest et correction par production d'une amplitude ligne variable.

Analyse de la situation

Pour faire varier l'amplitude ligne nous envisageons les hypothèses suivantes.

Faire varier la durée de conduction du BU ligne ?

Cela est impossible compte tenu du principe du balayage utilisé. De plus, la durée d'une ligne est fixe (64 µs).

Faire varier la tension Uligne ?

Il est possible d'asservir la tension Uligne à l'amplitude souhaitée (à partir de l'information trame). Le dispositif est relativement simple à mettre en œuvre avec les circuits numériques actuels (DPU par exemple). Un inconvénient subsiste ; l'impulsion de retour ligne utilisée pour produire la THT varie en fonction de la valeur de Uligne. Il est nécessaire de mettre en œuvre un circuit auxilliaire pour la production des tensions issues du transformateur ligne.

Faire varier la tension U_{Cs} ?

On utilise alors un circuit auxiliaire dont on fait varier la tension à ses bornes selon l'information trame (principe du modulateur à diode). Nous commençons par cette étude.

Principe du modulateur est/ouest

En régime établi, U_{Cs} + *Ucm* = Uligne (fig. 27). Moduler la tension U_{Cs} , c'est moduler la tension *Ucm* en sens inverse (le courant de crête dans les bobines de déviation dépendant de la tension aux bornes de *Cs*) :

• les lignes en début et fin de trame ont une amplitude plus faible. La tension sur *Cm* est maximale,

• les lignes au centre de la trame ont une amplitude maximale . La tension sur *Cm* est minimale.

Les circuits L_H , C1 d'une part et *Lm*, C2 d'autre part sont accordés sur la fréquence *fr* (la période *Tr* = 1/*fr* correspondant au retour vaut 2 fois 12 µs).

Les tensions de crête des impulsions de retour sur C1 et C2 dépendent des tensions sur *Cs* et *Cm*. Ces tensions sont modulées en sens inverse.

Si on appelle *Cr* le condensateur équivalent à C1 et C2, et si le primaire du transformateur ligne se trouve accordé par *Cr* sur la fréquence *fr*, alors : $U_{Cr} = U_{C1} + U_{C2}$ aura une amplitude constante quelle que soit la ligne balayée.

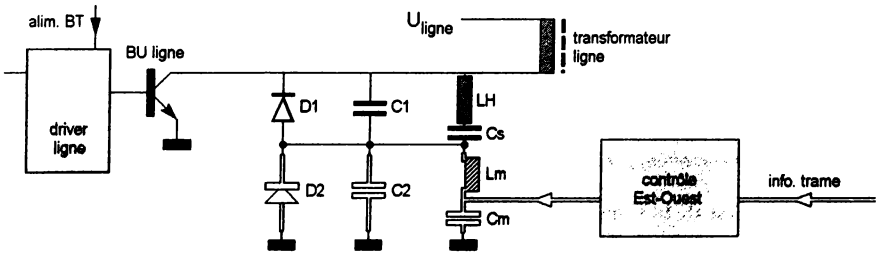


Fig. 27 : Circuit de balayage ligne équipé d'un modulateur à diode.

Compte tenu de la géométrie particulière des écrans plats développés actuellement, il peut être nécessaire d'asservir la correction de S à la position de la ligne balayée (correction dynamique de S). La structure de la figure 28 répond à ce critère.

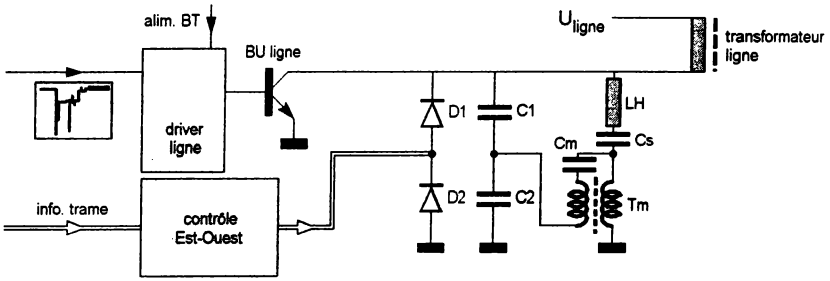


Fig. 28 : Schéma de principe avec correction dynamique de S.

Tension de commande du modulateur est/ouest (fonction service analogique)

La tension prélevée en pied du déviateur trame est traitée et appliquée à un circuit de commande de correction est/ouest. Un circuit intégrateur (fig. 29) permet, à partir de l'image du courant de déviation trame, de fabriquer une tension parabolique. Un réglage potentiométrique détermine l'amplitude de la parabole, donc l'amplitude de la correction est/ouest.

L'image du courant de déviation trame peut être prélevé dans le circuit du déviateur trame ou encore, dans le circuit de contrôle de linéarité trame, au niveau de la fonction service.

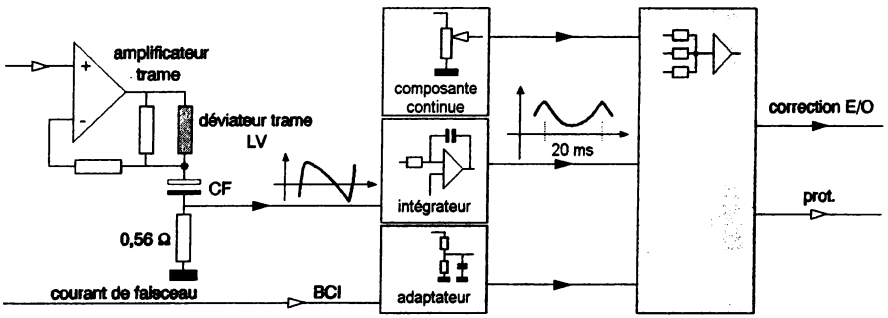


Fig. 29 : Circuit de production de la tension de commande de correction est/ouest.

Le circuit de commande de correction est/ouest peut être aussi utilisé pour :

- contrôler et ajuster l'amplitude ligne, par l'adjonction d'une composante continue,
- asservir l'amplitude ligne au courant de faisceau (BCI – *Beam Current Information*),

• générer une information à destination des circuits de sécurité en cas de dysfonctionnement.

Le schéma structurel de la figure 30 montre le circuit intégrateur, l'image de la rampe du courant de déviation trame étant appliquée *via* C3. Le potentiomètre P permet de régler l'amplitude ligne.

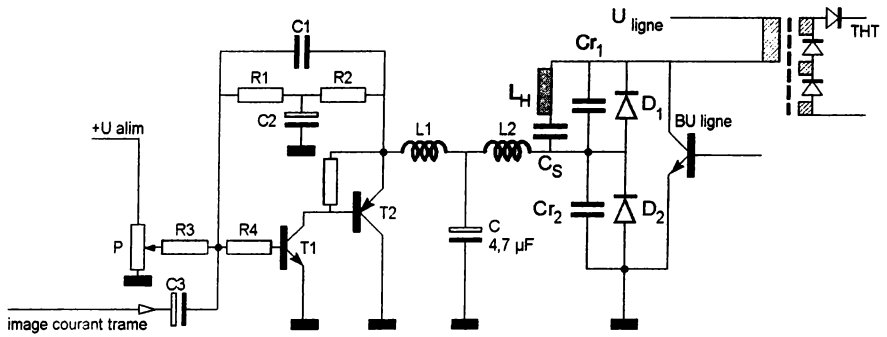


Fig. 30 : Structure type de commande de correction est/ouest.

Amplitude ligne et correction est/ouest par asservissement de Uligne (fonction service numérique)

Nous considérons la structure du châssis 16/9 EURO DIGI (NOKIA). Outre le fait d'être un châssis *monotransfo*, il est prévu de pouvoir faire varier l'amplitude ligne pour permettre de restituer des images 4/3 (sur le tube 16/9) à partir des signaux RVB de la prise Péritel.

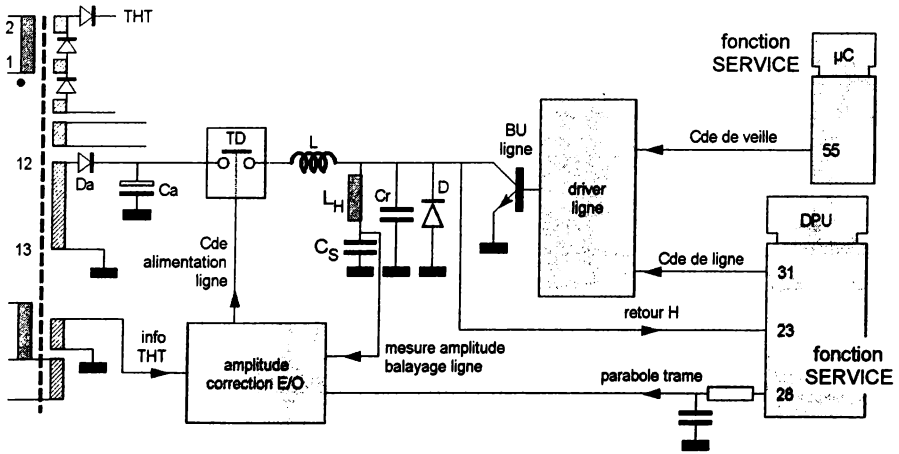


Fig. 31 : Production de Uligne à l'amplitude ligne souhaitée (EURO-DIGI – NOKIA).

L'enroulement {12 ; 13}, *Da* et *Ca* réalisent l'alimentation du circuit de balayage ligne ; avec le commutateur TD et la bobine L, cet ensemble détermine exactement l'énergie nécessaire à chaque ligne du balayage (fig. 31).

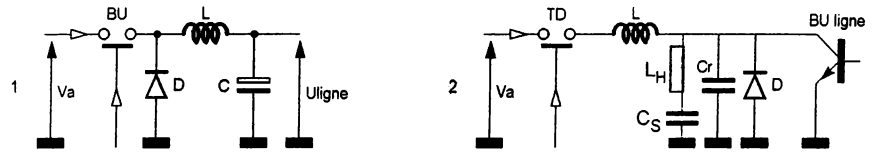


Fig. 32 : Schéma de principe d'une alimentation série et application au circuit de balayage ligne.

Comparativement à une alimentation série classique (dont on rappelle le schéma de principe en figure 32-1), il n'y a pas d'élément de stockage particulier en sortie de la bobine L. *Cs* remplit ce rôle. Il est impératif que le découpage de la tension d'alimentation de L soit en phase avec le fonctionnement du BU ligne (fig. 32-2).

Il faut également noter que TD est réalisé par un transistor à effet de champ. Une diode est montée entre drain et source (en parallèle sur l'élément de commutation ; lire le schéma constructeur).

État initial

Cs est chargé à l'équivalent de Uligne.

1er temps du balayage

Le BU ligne saturé. Le courant de déviation croît linéairement. On réalise alors la saturation de TD. Un courant supplémentaire croissant vient de *Ca* et circule dans L et le BU ligne. La bobine *L* est réceptrice.

2e temps du balayage

Le BU ligne est bloqué. Les courants décroissent sinusoïdalement à travers *Cr*. Les énergies accumulées lors du 1er temps du balayage dans les bobines sont transférées et stockées dans *Cr*. En fin du 2e temps (milieu du retour) les courants sont nuls. On bloque le TD.

La tension sur *Cr* dépend de la valeur de crête du courant de balayage et de la valeur de crête du courant du circuit *Ca* et L *via* TD :

- plus la conduction de TD est avancée dans le 1er temps du balayage :
  - plus le courant de crête est important,
  - plus la tension sur *Cr* est grande,
- plus la conduction de TD est retardée dans le 1er temps du balayage :
  - moins le courant de crête est important,
  - moins grande est la tension sur *Cr*.

3e temps du balayage

Les courants s'inversent. Le courant issu de *Cr* est partagé entre le circuit de déviation L_H et *Cs* d'une par et le circuit d'alimentation L et *Ca*

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

via la diode D de TD qui est rendue conductrice. Les pertes sont compensées. Une énergie supplémentaire est apportée à *Cs* (augmentation de *UCs*) quand on réalise une augmentation de l'amplitude ligne pour corriger le défaut de coussin est/ouest.

4e temps du balayage

La diode du circuit de balayage est conductrice et assure le passage du courant de déviation. La diode de TD est maintenue conductrice tant qu'il reste une énergie dans L à écouler vers *Ca*.

Correction de linéarité sur châssis EURO DIGI (NOKIA)

La bobine est remplacée par le transformateur *L* (fig. 33). Un condensateur en série avec la diode D modifie le comportement du circuit pendant la demi-ligne aller et compense le comportement de la bobine de déviation (cf. « l'étude correction de linéarité »).

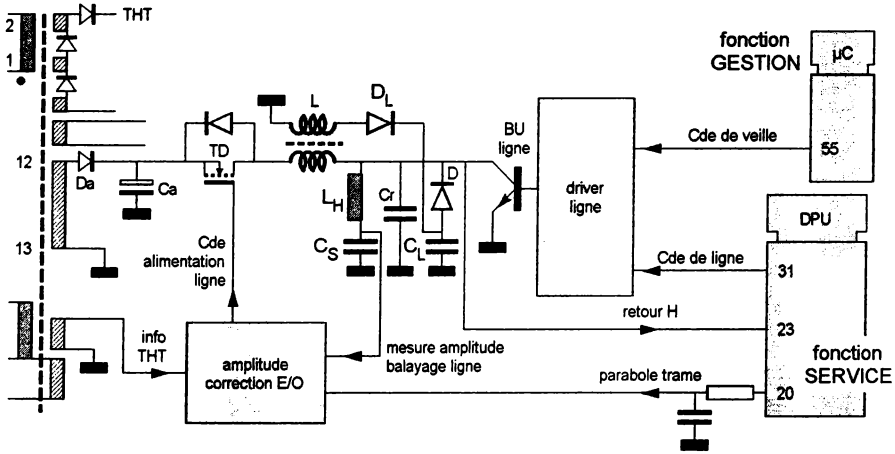


Fig. 33 : Structure du circuit de balayage ligne équipé de la correction est/ouest et de la correction de linéarité.

TRANSFORMATEUR LIGNE ET CIRCUITS ASSOCIÉS

Alimentation secondaire

Aux origines de la télévision, l'étage de puissance ligne était réalisé sur la base de tube à vide (une penthode par exemple). Pour permettre la circulation d'un courant suffisant dans les bobines du déviateur ligne, il était nécessaire de réaliser une adaptation d'impédance entre la sortie de l'étage à penthode et le déviateur.

Un *transformateur ligne* réalisait cette adaptation et permettait, par l'utilisation d'enroulements secondaires, convenablement accordés, de produite les tensions nécessaires au fonctionnement du tube cathodique.

Actuellement, l'utilisation des transistors permet d'obtenir des courants de balayage suffisants pour se dispenser d'avoir à réaliser une adaptation d'impédance. En premier lieu, les tensions produites sur les secondaires du transformateur ligne sont affectées au fonctionnement du tube cathodique :

Électrode	Chauffage	Wehnelt	Anode *screen*	Focus	Post-accélération
Symbole	FF	G1	G2	G3	THT
par exemple	6,3 V	0 V	560 V	8 kV	25 kV

En outre, d'autre tensions secondaires peuvent être produites, en particulier la tension d'alimentation des amplificateurs de puissance vidéo (RVB). La tension produite est de l'ordre de 150 V à 200 V. Des basses tensions peuvent aussi être produites et par exemple, la tension varicap nécessaire aux étages de syntonisation (*tuner*) et divers tensions (alimentation du *driver* ligne, de l'étage de puissance trame, etc.).

L'ensemble constitué de Uligne, du primaire du transformateur ligne, du transistor BU ligne et du condensateur de retour *Cr* (ou d'accord) constitue l'essentiel du circuit primaire d'une alimentation à découpage.
Le sens de câblage des enroulements secondaires et les diodes utilisées permettent un fonctionnement de type *fly-back*. L'énergie est transférée sur les secondaires quand le transistor de découpage (le BU ligne dans ce cas) est bloqué (ce qui correspond à la phase 3 du cycle des alimentations à découpage *fly-back*).

Il peut arriver que le concepteur préfère un mode de transfert de type *forward* pour la production de certaines tension secondaires, sur lesquelles la consommation d'énergie est relativement importante.

Les tensions produites dépendent directement de la surtension produite au primaire du transformateur ligne. Cette surtension est déterminée par l'accord de *Lp* (inductance ramenée au primaire du transformateur ligne) et *Cr* ou *Crt* (condensateur de retour).

Structures typiques mises en œuvre

Quand les éléments du circuit de balayage et du circuit primaire du transformateur ligne sont communs, les tensions produites dépendent de l'impulsion de retour déterminée en partie par *Lp* et *Cr* (fig. 34-1).
Quand les éléments du circuit de balayage sont séparés (les diodes D1 et D2 sont des éléments permettant d'isoler le circuit ligne du circuit accordé constituant le primaire de l'alimentation secondaire) du circuit annexe composé de l'enroulement — primaire — {14,15}, *Ct*, *Crt* et *Dt* détermine l'amplitude de l'impulsion de retour et les tensions produites sur les secondaires (fig. 34-2).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

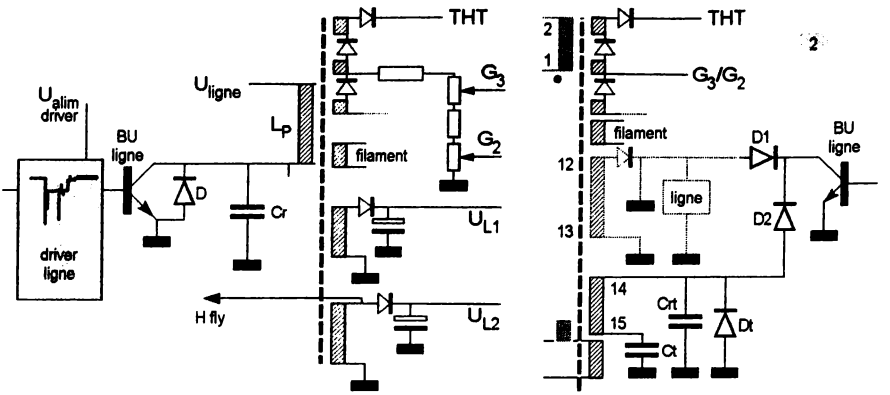


Fig. 34 : Transformateur ligne et composants associés (1), mono-transformateur (2).

REMARQUE La tension de post-accélération (THT) doit être constante et indépendante du courant de faisceau ou de l'amplitude ligne. La structure présentée ci-dessus (figure 34-1), ne donne qu'une réponse partiellement satisfaisante. Lors de la restitution d'une séquence d'images naturelles, la distorsion de géométrie engendrée par les variations (faibles !) de la THT n'est pratiquement pas visible. Le défaut est plus sensible lors d'incrustation de texte dans l'image ou lors de la restitution d'image d'origine numérique. Les transitions sont alors plus importantes et produisent des variations rapides du courant de faisceau (lié au contenu de l'image). Pour corriger ces défauts, on met en place les solutions suivantes.

Asservissement de l'amplitude ligne

On a déjà noté que lorsque le courant de faisceau augmente (contenu de l'image plus clair), la tension THT diminue (chute de tension dans la résistance interne du générateur de Thévenin équivalent) et l'amplitude de déviation augmente. L'alternance de zones claires et sombres provoque une distorsion des contours verticaux de l'image. Pour corriger le défaut et rendre l'amplitude ligne indépendante (!) des variations de la THT, on asservit la commande de correction est/ouest au courant de faisceau.

La figure 35, organisée autour du TDA4950, résume la structure utilisée sur le châssis ICC7 de THOMSON :

- la tension appliquée en entrée de la broche 2 permet de régler la valeur moyenne de l'amplitude ligne. Il s'agit ici d'un réglage statique,
- après amplification et modulation de la composante continue par l'information de courant trame, on additionne une tension proportionnelle au courant de faisceau moyen BCI, tension présente en entrée broche 7 du TDA4950.

En outre, la tension présente broche 8 du TDA4950 est proportionnelle à la THT (en valeur instantanée) et permet donc de corriger l'amplitude ligne quand une variation de THT se produit.

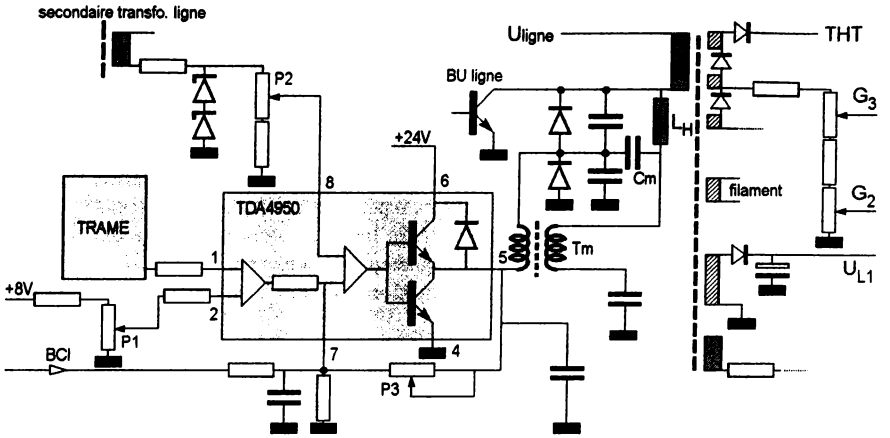


Fig. 35 : Structure du circuit d'asservissement de l'amplitude de ligne (ICC7).

Conséquence d'une variation brutale du courant de faisceau

Une augmentation brutale du courant de faisceau (passage du noir au blanc) induit des oscillations parasites dans le circuit de déviation ligne. Afin de limiter leurs effets, on câble une structure d'amortissement en parallèle sur le condensateur *Cs* (fig. 36).

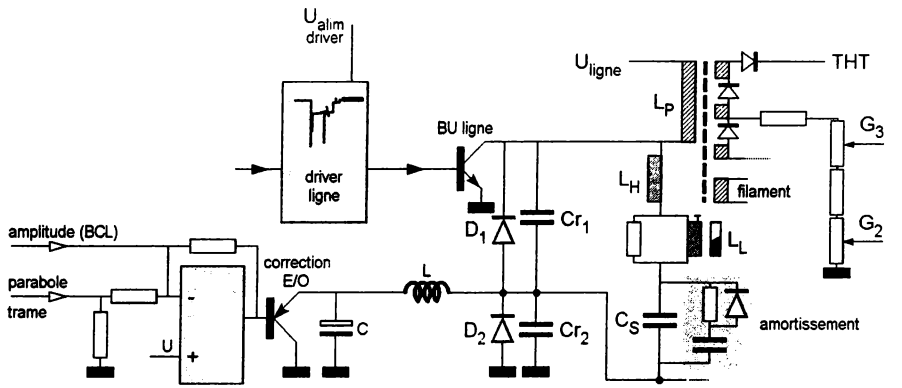


Fig. 36 : Structure typique d'un circuit de puissance ligne complètement équipé.

Impulsion de retour ligne au primaire du transformateur.

La tension THT produite est directement proportionnelle à l'amplitude de l'impulsion de retour ligne. L'impulsion de retour ligne dépend des caractéristiques du circuit de balayage ligne. Elle est d'autant plus importante que le format du tube cathodique est grand. Il peut être souhaitable de répartir cette impulsion sur deux enroulement.

Si, par exemple, l'amplitude de retour ligne est de 1400 V ; en la répartissant sur deux enroulements au primaire du transformateur ligne, la tension que doit supporter chaque enroulement n'est plus que de 700 V. Il devient plus facile de réaliser les isolements des enroulements primaires du transformateur et on gagne ainsi en fiabilité.

La solution présentée sur le schéma de la figure 37 est celle du châssis FL1.* de PHILIPS. Les enroulements repérés P1 et P2 sont en fait montés en série avec le circuit de balayage ligne. Le sens de câblage des enroulements est tel que les flux magnétiques produits par P1 et P2 s'additionnent. Le fonctionnement du transformateur est ainsi conservé.

En conséquence, on remarque que l'émetteur du transistor de puissance BU ligne et le circuit de balayage ligne n'est plus référencé à la masse. La commande du BU ligne est flottante par rapport à la masse.

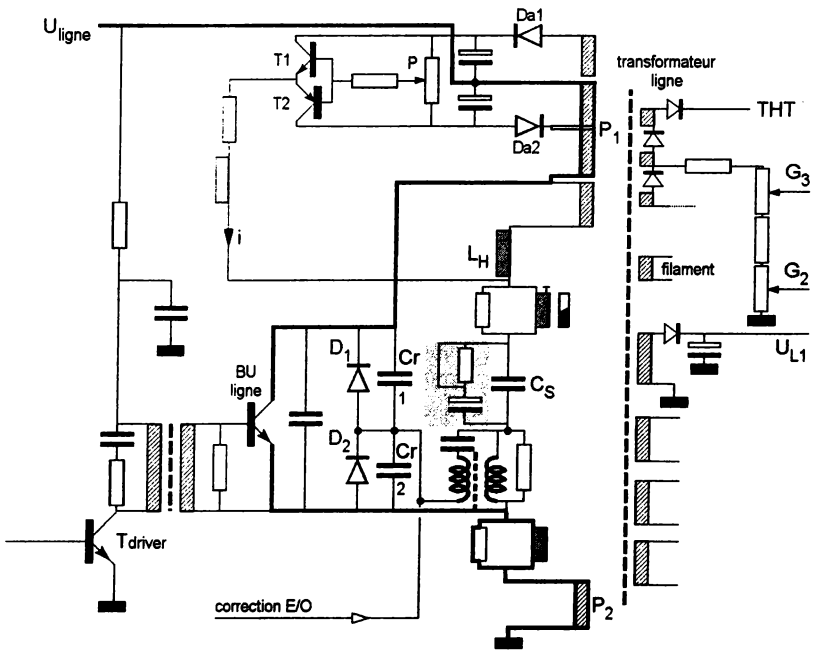


Fig. 37 : Circuit de puissance ligne et transformateur équipant le châssis FL1 (PHILIPS).

Particularité

Le sous-ensemble réalisé autour des transistors T1 et T2 permet de réaliser un cadrage statique, horizontal de l'image. Compte tenu du sens des diodes, la tension continue aux bornes des condensateurs est positive pour la diode Da_1 et négative pour la diode Da_2. En fonction du réglage

du curseur du potentiomètre P, il circule un courant i continu positif ou négatif dans les bobines de déviation L_H. Cette composante continue permet d'ajuster le cadrage statique.

Figure 37	T1	T2	Courant i	Cadrage
Tension $Up > 0$	conducteur	bloqué	> 0, se soustrait au courant de déviation	à gauche
Tension $Up < 0$	bloqué	conducteur	< 0, s'additionne au courant de déviation	à droite

Tension de *focus* (focalisation)

Elle est d'environ 6 kV et dépend du format du tube. Qui plus est, pour les tubes au format 16/9, il est nécessaire d'asservir la tension de focalisation à la position du faisceau quand, en particulier, il est dévié sur les parties latérales du tube cathodique. Le tube actuellement utilisé (format 16/9) utilise deux électrodes de concentration (fig. 38) :

- l'électrode G3-1 est à un potentiel fixe (de l'ordre de 5 à 6 kV),
- l'électrode G3-2 est à un potentiel variable issu du 10 kV (fourni par le premier enroulement de THT et la première diode du redressement fractionné) sur lequel vient se superposer une composante parabolique dont la valeur de crête peut atteindre 700 V (fig. 39). Le transistor TD19 supprime l'action du focus dynamique pendant le retour trame (signal CBI – *Composite Blanking Information*, généré par le circuit DPU – *Deflexion Processor Unit*).

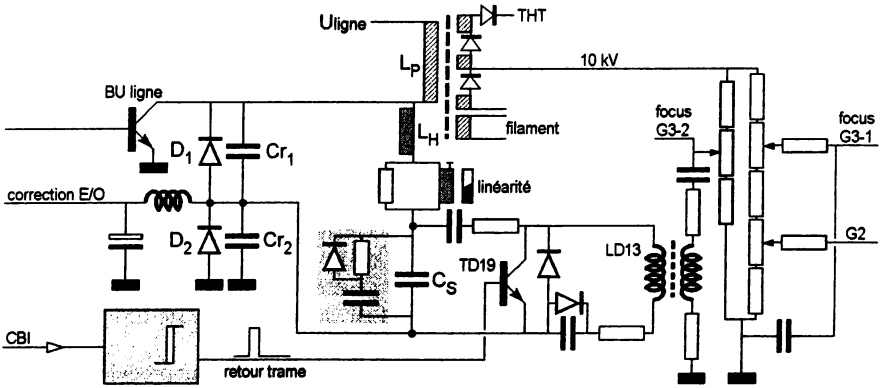


Fig. 38 : Production des tensions de focalisation, IDC2 (THOMSON).

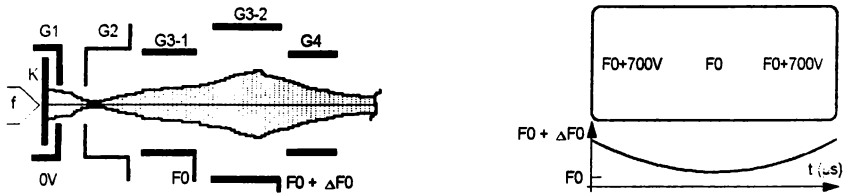


Fig. 39 : Électrodes composants les canons et tensions de focalisation.

G2	G3-1	G3-2
Anode de 1re accélération	1re électrode de concentration	2e électrode de concentration
Tension de G2, constante	*Focus* statique, *F0*	*Focus* dynamique *F0* + *DF0*

Tension filament (*f* ou *FF*)

Cette tension alternative est en général directement appliquée au filament de chauffage des cathodes des canons. La valeur efficace est de l'ordre de 6,3 V.

Tensions de service et de sécurité

L'information de retour ligne

L'information de retour ligne, parfois repérée H-FLY, peut être prélevée sur un secondaire du transformateur ligne (schéma de la figure 40) et est utilisée à :

- verrouiller le PLL ligne de la fonction service. L'information de retour ligne est la grandeur de mesure, positionnée en entrée du comparateur de phase. L'autre entrée extérieure est constituée par les *tops* ligne issus de la vidéo composite CVBS,
- générer le niveau de *Line BLanking* (LBL) du signal *sandcastle* (*cf.* chapitre « Fonction service »),
- asservir la phase de découpage de l'alimentation principale quand elle est de type synchrone (*cf.* chapitre « Les alimentations à découpage »),
- positionner en ligne l'incrustation OSD généré par la fonction gestion. (Sur certains châssis, on utilise le niveau LBL du super *sandcastle* SSC).

D'autres solutions technologiques peuvent être envisagées pour produire l'information de retour ligne. Un diviseur résistif (R1, R2) ou un diviseur capacitif (C1, C2) peuvent être utilisés pour obtenir une impulsion de faible amplitude mais conservant les autres caractéristiques de l'impulsion de retour ligne.

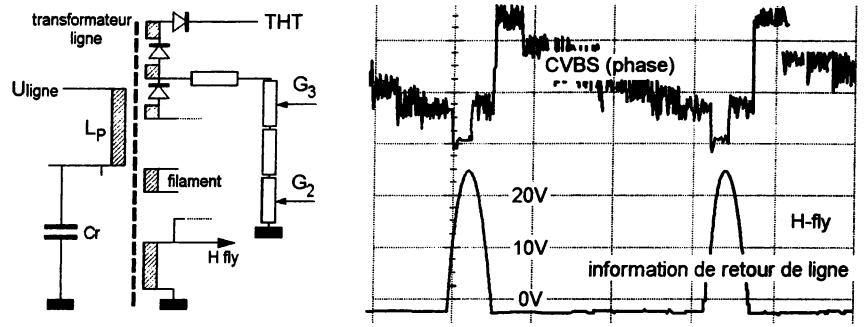


Fig. 40 : Transformateur ligne et production de l'information de retour ligne.

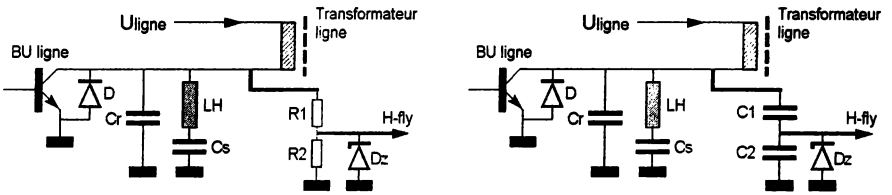


Fig. 41.

Le courant de faisceau ou BCI (*Beam Current Information*)

La tension prélevée en pied de l'enroulement produisant la THT est l'image du courant de faisceau. Le courant de faisceau varie selon le contenu de chaque ligne. La tension, prélevée en pied de l'enroulement produisant la THT, est encore appelée *frein de faisceau*. Cette tension est utilisée pour :

- limiter le débit du tube cathodique quand le contenu de l'image est trop blanc (*cf.* chapitre « Traitement Vidéo »),
- asservir l'amplitude ligne de façon à maintenir constante la dimension horizontale de l'image. On a déjà mis en évidence les variations de la THT consécutives aux variations du courant de faisceau et les conséquences sur la géométrie de l'image.

Les structures habituellement utilisées sont résumées par la figure 42.
Le courant de la ligne THT correspond au courant de faisceau. La circulation des électrons (chaque électron porte une charge négative e^- !) constituant le courant de THT décharge, proportionnellement au courant de faisceau, le condensateur C.
La charge est initialisée à chaque retour trame. Le courant de charge de C est déterminé par la résistance R1 ou par R1 et R2.
Il faut aussi noter que les circuits d'utilisation de BCI, au travers de R3 consomment du courant et tendent aussi à décharger le condensateur C.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

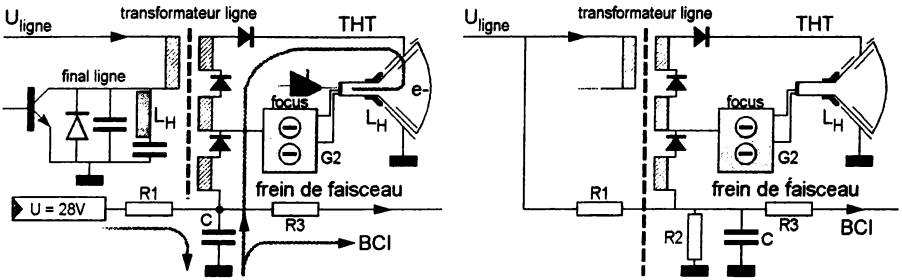


Fig. 42 : Production de l'information de courant de faisceau BCI ou frein de faisceau.

Sécurité : surveillance du BCI et de la tension THT

Il est important de se prémunir contre un éventuel emballement du courant de faisceau afin d'éviter tout risque de destruction des luminophores et de court-circuit (*arcking*) entre les électrodes des canons du tube cathodique.

On rappelle que plus le courant de faisceau est important (image claire) et plus la tension de frein de faisceau est négative. Quand la tension de frein de faisceau BCI atteint et dépasse un seuil prédéterminé, la mise en sécurité est enclenchée.

Une augmentation importante de la tension THT peut provoquer une rupture des isolants utilisés et par suite, des dégâts importants dans les circuits. D'autre part, on notera qu'une augmentation de THT peut provoquer une augmentation du rayonnement X du tube cathodique. Il est donc important de pouvoir détecter toute montée de tension THT et enclencher les circuits de sécurité.

On ne mesure pas directement la valeur de la tension THT mais une tension prise sur un enroulement secondaire du transformateur ligne. La tension mesurée doit être proportionnelle à la tension THT. Pour cela, les enroulements produisant la THT et l'enroulement secondaire produisant la tension mesurée doivent être câblés dans le même sens et couplés serré.

Plusieurs solutions de mise en sécurité du téléviseur peuvent être envisagées :

- Configurer le téléviseur en mode veille.
- Stopper le fonctionnement de l'alimentation puis autoriser un redémarrage progressif.
- Stopper définitivement le fonctionnement de l'alimentation principale.

Étude appliquée au châssis CUC4400 de GRUNDIG (fig. 43)

Le téléviseur est configuré en mode veille quand la sécurité est activée. La commande de mise en sécurité du téléviseur se fait sur la broche 29 du microcontrôleur de gestion. En fonctionnement normal, la broche 29 du microcontrôleur est à un niveau haut.

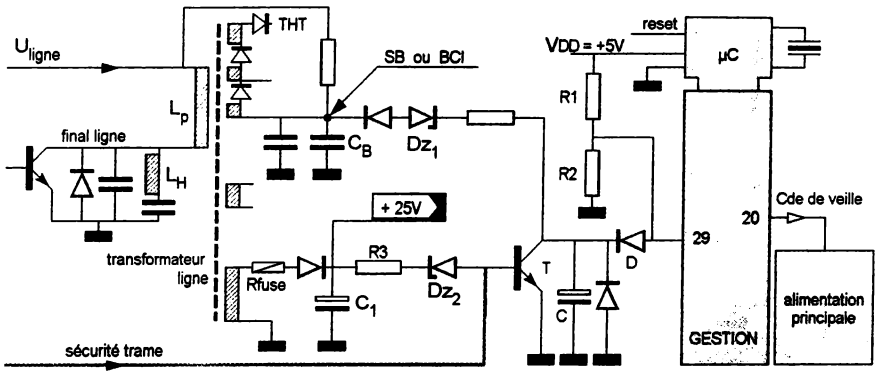


Fig. 43 : Circuits de surveillance de la THT et du courant de faisceau BCI.

Fonctionnement	Sécurité	Broche 29	*C*	*T*	Diode Dz1	Diode Dz2
normal (téléviseur)	désactivée	état haut	chargé	bloqué	bloquée	bloquée

Quand la sécurité est activée suite à un dysfonctionnement, la broche 29 tombe à un niveau bas. Une interruption prioritaire *stop* le déroulement du programme principal et la commande de veille est exécutée.

Tension		Dz1	Dz2	*T*	UC	Broche 29	Sécurité	Mode
THT ↗	U_{CI} ↗	bloquée	conduit	se sature	≈ 0V	état bas	active	veille
BCI ↗	U_{CB} ↘	conduit	bloquée	se sature	≈ 0V	état bas	active	veille

Étude appliquée au châssis GR2.* de PHILIPS (fig. 43 bis)

Quand l'entrée sécurité, broche 8 du TDA8385, est portée à un niveau haut (de l'ordre de 10 V), le fonctionnement de l'alimentation est stoppée (*cf.* chapitre « Alimentation à découpage » pour définir les conditions de redémarrage). Le tableau suivant résume les différents états électriques.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

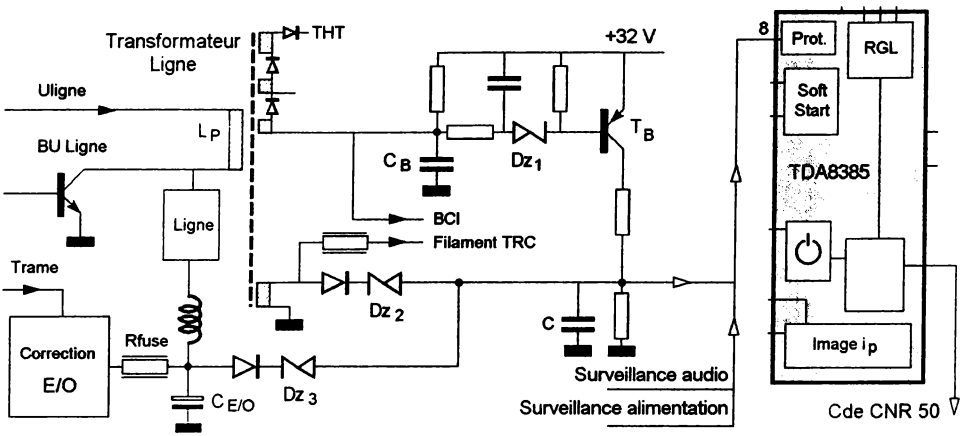


Fig. 43bis : Surveillance de la THT, BCI et correction est/ouest.

Tension		Dz1	Dz2	TB	UC	Broche 8	Sécurité
THT normale		-----	bloquée	-----	≈ 0 V	état bas	-----
THT ↗	Ufilament ↗	bloquée	conduit	-----	↗10 V	état haut	active
BCI normal		bloquée	-----	bloqué	≈ 0 V	état bas	-----
BCI ↗	UCB ↘	conduit	bloquée	se sature	↗10 V	état haut	active

Sécurité : circuit ligne

L'amplitude de déviation ligne doit rester dans une fourchette acceptable. Si une image claire est reproduite, une amplitude de balayage ligne trop faible se traduit par une surbrillance des luminophores et peut détériorer ceux-ci. À la limite, si l'amplitude ligne est nulle, on obtient une ligne verticale très brillante. Dans les deux cas, il en résulte une élévation de la température du masque très localisée. Il y a risque de déformation du masque.

Une amplitude ligne trop importante peut amener le faisceau en contact avec le col du tube cathodique. Un échauffement très localisé peut se produire entraînant la rupture du verre et la destruction du tube.

Surveiller l'amplitude de balayage ligne, c'est surveiller les transferts d'énergie sur les bobines de déviations L_H.

La tension THT produite par le transformateur ligne est proportionnelle à l'impulsion de retour ligne. Quand le circuit de balayage ligne ne comporte par de circuit auxiliaire (modulateur à diode pour correction est/ouest, par exemple), il suffit de surveiller la tension THT pour surveiller l'amplitude ligne.

Sur les châssis équipés de tubes 90° petits formats, ne comportant pas de circuit auxiliaire de correction de coussin, on ne surveille que le surba-

layage ligne. Les circuits de sécurités étudiés précédemment pour la surveillance de la THT satisfont à cette exigence.
Sur les châssis équipés de tubes 110°, outre la surveillance de la tension THT, on mesure le dépassement de la tension de correction de coussin est/ouest pour déclencher le circuit de sécurité
Sur le schéma de la figure 43 bis, représentant les éléments de sécurités du châssis GR2.*, quand la tension de correction de coussin dépasse la valeur maximale autorisée aux bornes du condensateur $C_{E/O}$, la diode Dz3 devient conductrice, le potentiel de *C* monte et enclenche la sécurité broche 8.

Remarque à propos des circuits de sécurité

Le premier rôle d'un circuit de sécurité est bien de détecter le défaut pour lequel il a été mis en place. Mais s'il se produit un dysfonctionnement d'une autre origine dans l'environnement de la structure surveillée, le circuit de sécurité peut éventuellement le détecter aussi. Ce second aspect du rôle du circuit n'est pas toujours perçu et peut conduire à des insuffisances d'analyse des causes de panne.
Enfin, il ne faut pas négliger le fait que le circuit de sécurité peut lui-même être en dysfonctionnement et être inefficace ou enclencher la mise en sécurité du téléviseur.
Pour se fixer les idées, nous conduisons une expérience sur la base de la structure suivante (fig. 44).

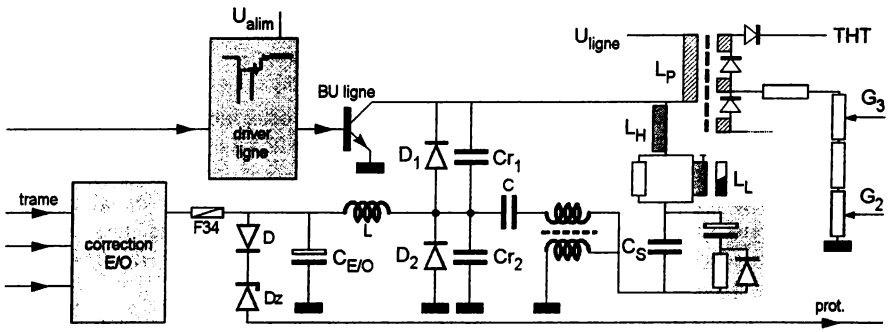


Fig. 44 : Surveillance de la tension de correction est/ouest.

Une absence de tension de correction est/ouest, consécutive à la rupture du fusible F34, se traduit par une augmentation progressive de la tension aux bornes du condensateur $C_{E/O}$. Lorsque cette tension atteint et dépasse la tension *Dz* (de l'ordre de 50 V), la mise en sécurité est enclenchée.
Le circuit de commande de correction est/ouest est organisé autour des transistors T1 et T2. Selon la conduction de T2, le condensateur $C_{E/O}$ est plus ou moins déchargé.

La rupture du fusible F34 peut être consécutive à (fig. 45) :
• un court-circuit du transistor T2,
• un courant trop important en provenance du modulateur à diode, *via* L2. Ce courant excessif peut être dû à un courant de fuite important du condensateur repéré C.
C'est ce second cas de figure qui est souvent négligé dans les analyses.

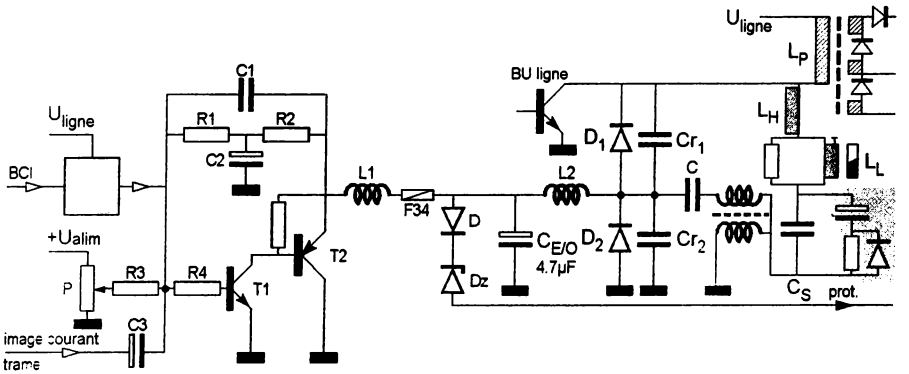


Fig. 45 : Correction est/ouest, surveillance de l'amplitude de correction.

BALAYAGE LIGNE À 31 250 Hz (VIDÉO 100 Hz)

Mise en situation

Une image de télévision standard est composée de deux trames entrelacées à 50 Hz (vidéo 50 Hz). Chaque trame compte 312,5 lignes de 64 µs. Pour réduire le papillotement trame (*flicker*) ou le scintillement ligne (*line flicker*), il faut rafraîchir deux fois plus vite chaque point de la trame ou de l'image. On multiplie par deux les vitesses de balayage (cf. chapitre « Traitement vidéo » paragraphe « Traitement vidéo 100 Hz »).

Caractéristiques comparées en norme 625 lignes

Les caractéristiques en ligne et trame sont résumées dans le tableau suivant.

50 Hz	fréquence trame	100 Hz
20 ms	durée d'une trame	10 ms
25 lignes	durée de suppression trame	25 lignes
1,6 ms	durée de suppression trame	0,8 ms
15 625 Hz	fréquence ligne	31 250 Hz
64 µs	durée d'une ligne	32 µs
52 µs	durée de l'aller ligne	26 µs

Rappel des fonctions du téléviseur en balayage 50 Hz

Retenons que le retour ligne est de 12 µs. Le condensateur de retour ou condensateur d'accord *Cr* est calculé de telle façon que :

- l'aller ligne dure 52 µs,
- la pente de la rampe de courant de déviation (corrigée en S) dépend de la tension Uligne et de la valeur de L_H (inductance des bobines de déviation ligne).

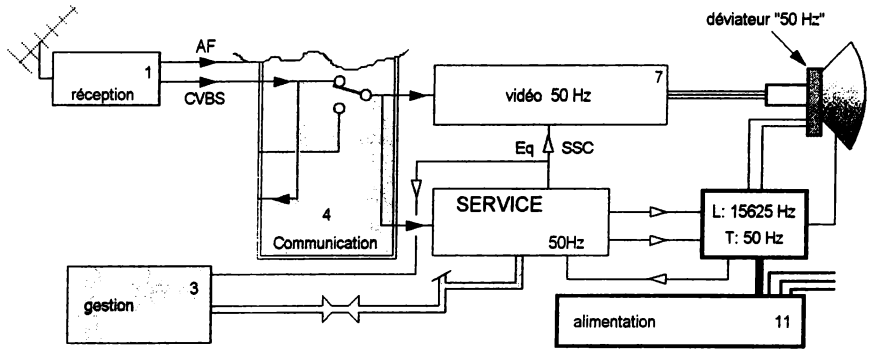


Fig. 46 : Organisation fonctionnelle partielle d'un téléviseur 50 Hz.

Modifications des fonctions du téléviseur en balayage 100 Hz

En vidéo 100 Hz, la fréquence ligne est doublée, soit 31 250 Hz. Cela signifie que la durée de l'aller ligne n'est plus que de 26 µs. La pente de la rampe du courant de déviation i_{LH} (corrigé en *S*) doit donc être deux fois plus grande. Pour répondre à cet impératif, il faudrait pouvoir multiplier Uligne par deux ou diviser L_H.

De même, le retour ligne n'est plus que de 6 µs. Les caractéristiques du condensateur d'accord et de l'inductance L_H des bobines de déviation doivent être modifiées.

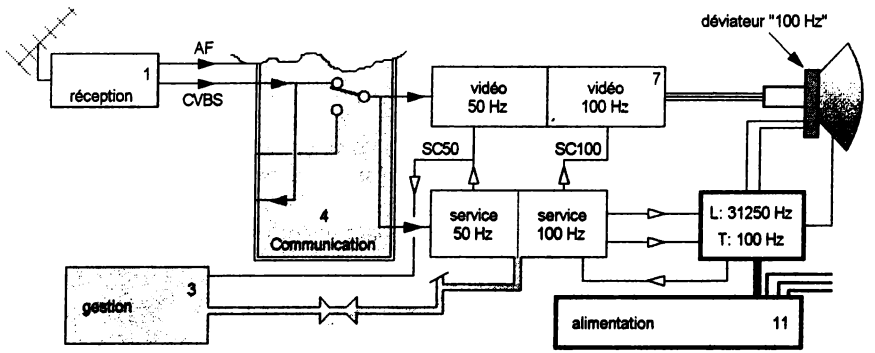


Fig. 47 : Organisation fonctionnelle partielle d'un téléviseur 100 Hz.

Si l'on conserve la valeur de crête du courant de déviation ligne, le temps de retour n'étant plus que de 6 µs, l'impulsion de retour ligne aura une amplitude beaucoup plus importante, d'où modification de la THT et de l'angle de déviation du faisceau (géométrie de l'image).

Caractéristiques comparées des circuits de déviation ligne

Compte tenu des critères de faisabilité et des objectifs à atteindre, les orientations suivantes ont été prises :

- réduction de l'inductance des déflecteurs et réduction de la résistance cuivre,
- augmentation des courants de balayage, d'où nécessité d'utiliser des transistors de puissance ligne ayant un pouvoir de coupure plus grand.

Le tableau suivant donne l'ordre de grandeur des caractéristiques du déflecteur monté sur un tube 70 cm, format 4/3.

Fréquence ligne	15 625 Hz	31 250 Hz
Inductance *LH*	1,2 mH	0,3 mH
Résistance *rH*	1,5 W	0,5 W
Courant crête de déviation i_{LH}	2,5 A	5 A

En conclusion, on retiendra que le principe de fonctionnement et la structure des circuits de balayage 31 250 Hz sont comparables à ceux du balayage 15 625 Hz. Le courant crête de déviation étant plus important en balayage 31 250 Hz, les caractéristiques du transistor BU ligne changent.

CHAPITRE 5
BALAYAGE TRAME ET CIRCUITS ASSOCIÉS

MISE EN SITUATION

Le *spot* doit se déplacer du haut vers le bas de l'écran, ligne après ligne de chaque trame. Comme en déviation ligne, la déflexion est magnétique et est réalisée par les bobines de déviation verticale. Compte tenu de la planéité du tube, le courant circulant dans les bobines est une rampe corrigée en S.
La durée d'une trame est très précisément déterminée par la source des images (caméra/émetteur, magnétoscope, etc.) soit aux environs de 20 ms. D'autre part, l'image reproduite doit être convenablement positionnée par rapport à l'écran. Il est donc nécessaire de synchroniser en fréquence et en phase le balayage trame du téléviseur avec celui de la source vidéo.
Au delà de l'exemple, considérons les caractéristiques des bobines de déviation utilisées en balayage trame.

Les bobines sont à enroulement *toroïdal*, pour un tube 90°, 55 cm, on donne : $L_D = 30$ mH, $r_D = 15{,}3\ \Omega$, courant crête $i_D \approx 0{,}6$ A.
• pendant l'aller trame (18,4 ms), un calcul semblable à celui développé en ligne montre que les bobines de déflexion trame se comportent approximativement comme un élément résistif r_D,
• pour obtenir une rampe de courant dans les bobines et selon la loi d'ohm, il suffit d'appliquer une rampe de tension corrigée.
Cette rampe de tension est obtenue en amplifiant (avec correction de linéarité) la dent de scie disponible en sortie d'un générateur trame ou en sortie d'un *driver* trame. Pour conserver un rendement acceptable, l'amplification est réalisée par un amplificateur de classe AB,
• toujours dans le but de conserver un rendement élevé, une autre solution prévoit de remplacer l'amplificateur par un dispositif *convertisseur à cycle vertical* selon le brevet THOMSON.

Le courant de balayage décrit une dent de scie à valeur moyenne nulle. À la ligne *écrite* en haut de l'écran correspond un courant I_{Dmax} dans le déviateur trame (fig. 1). À la ligne décrite au centre de l'écran correspond un courant nul dans le déviateur trame. Le courant dans le déviateur est négatif et correspond à I_{Dmin} quand la ligne en bas de l'écran est décrite.

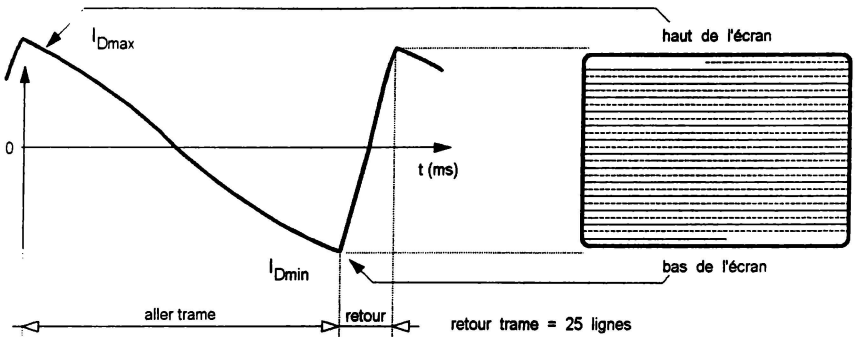


Fig. 1 : Le courant circulant dans le déviateur trame décrit une dent de scie.

La figure 2 rappelle la situation des circuits de balayage trame par rapport aux circuits de puissance ligne et par rapport à la fonction service. L'alimentation (symétrique ou asymétrique selon le châssis) des circuits de trame est généralement fournie par un secondaire du transformateur ligne. Le fonctionnement des circuits de puissance trame ne pourront démarrer que si les circuits ligne fonctionnent.

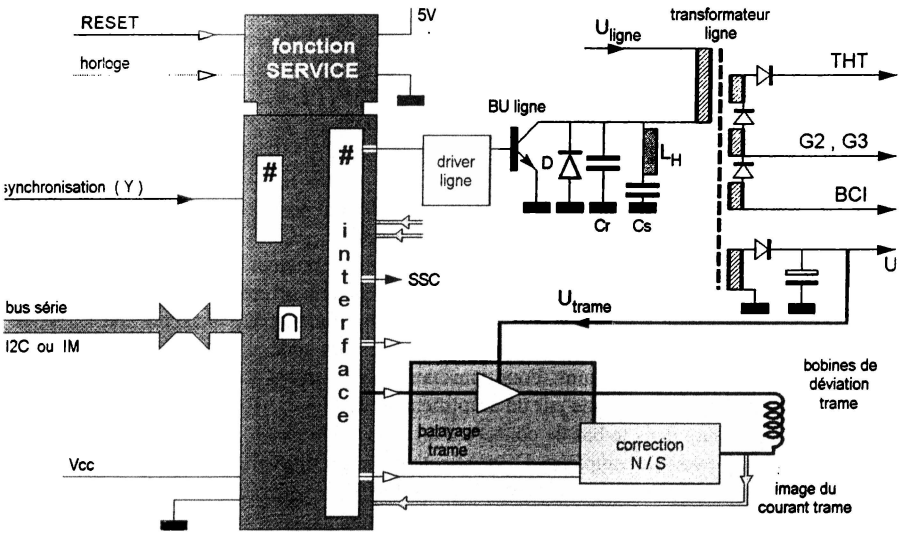


Fig. 2 : Environnement du balayage trame et circuits associés.

BALAYAGE TRAME À AMPLIFICATEUR CLASSE AB

Principe

Le courant dans le déviateur vertical est à valeur moyenne nulle quand l'ensemble tube cathodique et bobines de déflexion est convenablement monté. En absence de courant de déviation verticale, le *spot* écrit une ligne horizontale placée au centre de l'écran.

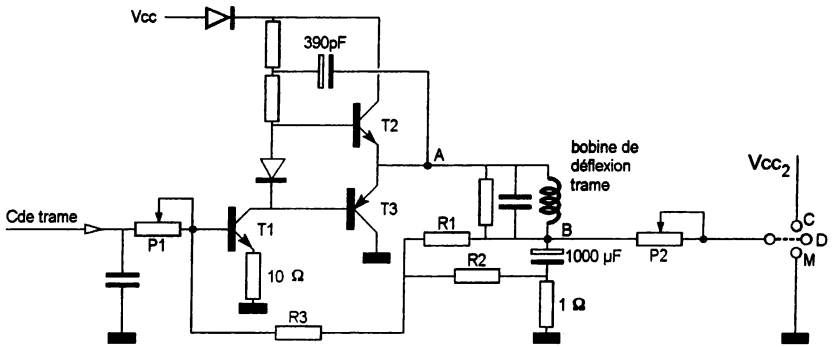


Fig. 3 : Schéma simplifié d'un amplificateur de puissance trame à transistors.

Le schéma de la figure 3 est simplifié. L'étage de sortie est réalisé par les transistors T2 et T3 polarisés en classe AB :

- quand T2 est conducteur, T3 est bloqué. Le courant circule de A vers B dans le déviateur. Les lignes écrites par le *spot* sont dans la partie supérieure de l'écran,
- quand T3 est conducteur, T2 est bloqué. Le courant circule de B vers A dans le déviateur. Les lignes écrites par le *spot* sont dans la partie inférieure de l'écran.

L'alimentation de l'étage de puissance trame est asymétrique (fig. 3) ; une tension moyenne égale à $V_{CC}/2$ est présente au point A. Un condensateur de liaison (1 000 µF sur le schéma) doit être câblé en série dans le déflecteur trame, de façon à ne conserver que la composante alternative du courant dans le déflecteur. Malgré la valeur importante de la capacité du condensateur de liaison, le courant I_D quasi linéaire donne naissance à une tension parabolique aux bornes du condensateur. La planéité de l'écran entraîne un défaut de géométrie. Le courant de balayage doit être corrigé en S. Le condensateur de liaison est calculé pour réaliser cette correction. D'autre part, il est nécessaire d'asservir, par une correction dynamique, la commande de l'étage de puissance trame afin de pouvoir ajuster la linéarité de la déviation trame.

Pour une tension d'alimentation trame donnée (notée V_{CC}) et pour des bobines de déflexion données (résistance r_D), l'amplitude I_{Dmax} du cou-

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

rant de déviation trame dépend essentiellement de l'état de conduction de T2, donc en fait, de l'amplitude de la tension de commande appliquée sur le *driver* T1. Il faudra pouvoir régler l'amplitude de la tension de commande pour permettre le rattrapage des dispersions des caractéristiques des composants.

Nous avons considéré un positionnement du bloc de déflexion parfaitement dans l'axe du tube cathodique. En fait, le bloc de déflexion est monté avec une tolérance déterminée par les procédés de fabrication mis en œuvre. Il en résulte un défaut de cadrage vertical (*shift*) qu'il faut régler. La résistance ajustable P2 et le commutateur adjacent sont montés à cet effet.

Amplificateur trame à composant intégré et circuit de retour

Comportement du déflecteur pendant le retour trame

À la durée aller trame d'environ 18,4 ms correspond une fréquence de travail *fa* de l'ordre de 27,17 Hz.

À la durée retour trame d'environ 1,6 ms correspond une seconde fréquence de travail *fr* de l'ordre de 312,5 Hz.

Rappelons les caractéristiques du déflecteur trame utilisé, par exemple, sur un tube 90° de 55 cm de diagonale : L_D = 30 mH et r_D = 15,3 Ω.

Pendant le retour trame, l'inductance L_D du déflecteur devient prépondérante sur la résistance r_D.

Considérant un courant I_{Dmax} de l'ordre de 0,6 A, l'inductance L_D des bobines de déflexion développe une tension de l'ordre de :

$$u_{LD} = L_D \frac{di}{dt}$$

soit $U_{LD} \approx 30$ V.

La tension d'alimentation du circuit de puissance trame doit être supérieure à la tension aux bornes de l'inductance si on veut faire passer le courant de $-I_{Dmin}$ à $+ I_{Dmax}$ pendant le retour trame.

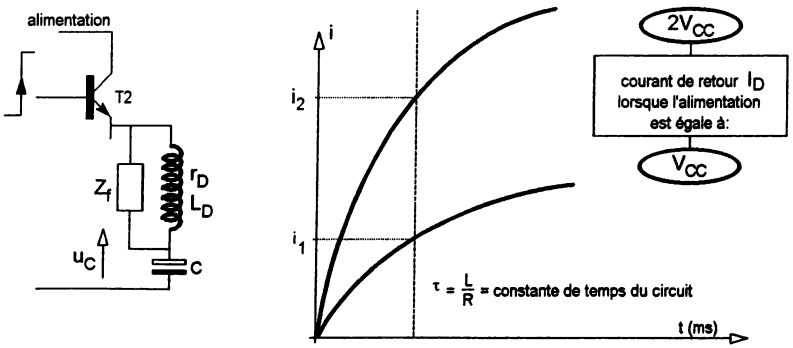


Fig. 4 : Établissement d'un courant dans un circuit inductif soumis à une tension V_{CC} puis $2V_{CC}$.

Pour reprendre les valeurs numériques de l'exemple, il faut $V_{CC} > 30$ V. Compte tenu du comportement des composants, une tension de 50 V peut parfaitement convenir.

Alimentation commutée

Pour conserver un bon rendement de l'amplificateur de puissance polarisé en classe AB, on choisit d'utiliser deux alimentations, une première alimentation est utilisée pour l'aller trame, la seconde alimentation étant utilisée pendant le retour (fig. 5 et 6).

• Une alimentation V_{CC} ou U_1 permettant d'obtenir I_{Dmax}. Si on considère l'application numérique précédemment envisagée, la variation de courant dans le déflecteur trame est $I_{Dmax} - I_{Dmin} = 1{,}2$ A pour un courant $I_{Dmax} = 0{,}6$ A. Le déflecteur se comportant comme une résistance $r_D = 15{,}3$ ohms pendant l'aller trame, la tension V_{CC} doit être au moins égale à 18 V. Compte tenu des pertes, une tension $V_{CC} = 25$ V convient parfaitement.

• Une alimentation de retour (*fly-back*) de l'ordre de $2V_{CC}$ ou supérieure à $2U_1$.

Un commutateur électronique interne à la structure intégrée assure le passage de l'une à l'autre des alimentations.

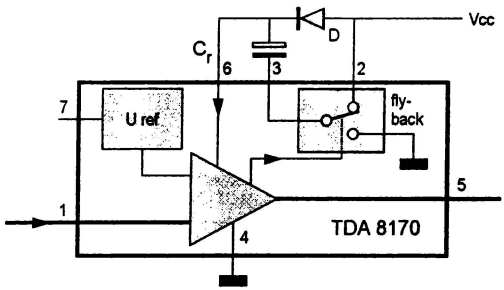


Fig. 5 : Amplificateur intégré utilisant une alimentation extérieure.

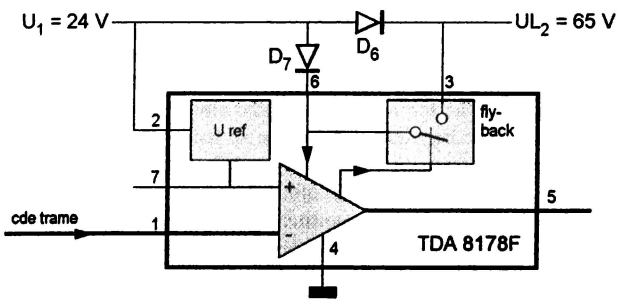


Fig. 6 : Amplificateur intégré utilisant deux alimentations extérieures.

Pendant l'aller trame

Le commutateur interne est au repos (en position basse).

Figure 5 (TDA8170)
La diode D est conductrice et le condensateur *Cr* se charge (le courant de charge étant limité par la résistance interne du commutateur). En fin d'aller trame, la tension aux bornes du condensateur *Cr* est de l'ordre de 24 V quand V_{CC} = 25 V.
L'amplificateur trame, interne au TDA8170 est alimenté par V_{CC} = 25 V.

Figure 6 (TDA8178F)
La diode D7 est conductrice et alimente l'amplificateur de puissance trame. L'amplificateur trame est alimenté sous une tension de 24 V.
On note qu'au démarrage du téléviseur, la tension U_{L2} n'est établie que lorsque le fonctionnement ligne est établi.

Pendant le retour trame

Le commutateur interne court-circuite les broches 2 et 3 du TDA8170 ou les broches 6 et 3 du TDA8178F.

Figure 5 (TDA8170)
La tension aux bornes du condensateur *Cr* est maintenant en série avec la tension V_{CC}.
L'amplificateur interne au TDA8170 est alimenté sous 49 V environ.
La diode D est bloquée.

Figure 6 (TDA8178F)
Après établissement de la tension U_{L2} = 65 V, le commutateur interne établit la liaison entre la broche 3 du TDA8178F et la ligne d'alimentation de l'amplificateur trame.
* La diode D7 est alors bloquée.
* La diode D6 assure une alimentation (24 V) pendant le démarrage du circuit ligne, alors que la tension U_{L2} n'est pas encore établie.

Il est important de pouvoir maintenir la tension d'alimentation de retour trame pendant une durée suffisante (de l'ordre de 1,6 ms) afin de permettre le transfert de l'énergie stockée dans les bobines de déviation trame pendant l'aller trame. Si la tension d'alimentation de retour trame est insuffisante, le transfert de l'énergie se poursuit en début de l'aller trame et une distorsion de linéarité se produit en haut de l'image.
Pendant l'aller trame, la tension d'alimentation (V_{CC} ou U_1) permet d'obtenir la tension de sortie de l'amplificateur trame dont l'amplitude détermine le courant de crête dans les bobines de déviation trame. Pendant le retour trame, la tension de sortie de l'amplificateur *suit* la montée de la tension d'alimentation commutée.

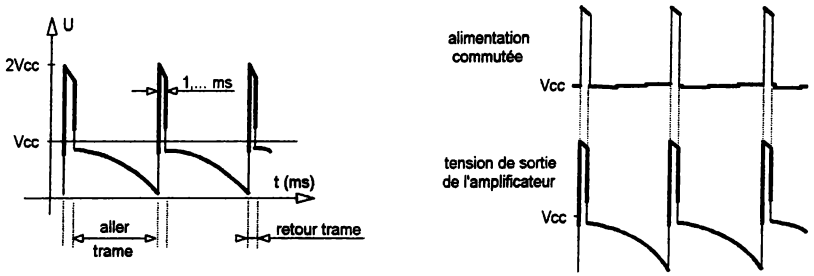


Fig. 7 : Oscillogrammes des tensions caractéristiques du fonctionnement des amplificateurs intégrés à commutation d'alimentation.

Réponse de l'amplificateur trame

Solution associée au TDA8178F

La solution associée au TDA8178F est tirée du châssis ICC7 de THOMSON. Pour déterminer (et comprendre) quelle tension de commande appliquer en entrée de l'amplificateur de puissance trame, on calcule la fonction de transfert de l'étage amplificateur à partir du schéma simplifié donné figure 8. La variation de la tension de commande pendant chaque demi-aller trame est telle qu'on considère les condensateurs sans effet. Les branches R1, C1 et R2, C2 n'apparaissent plus sur le schéma.

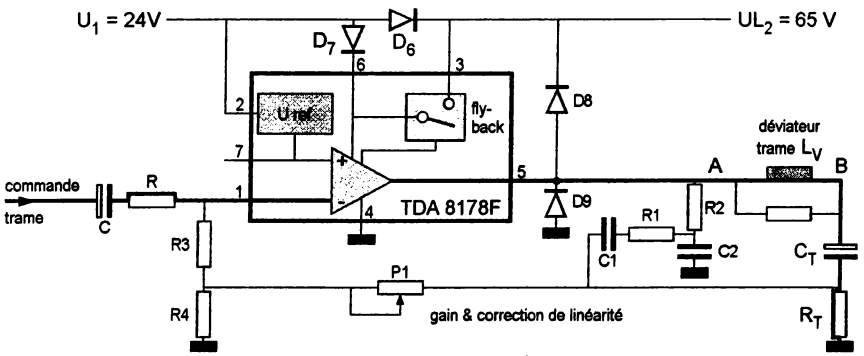


Fig. 8 : Amplificateur de puissance trame ICC7 (THOMSON).

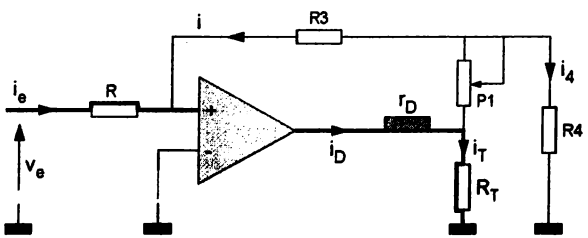


Fig. 9 : Modélisation de l'amplificateur de puissance trame ICC7.

L'amplificateur trame est *bâti* sur une structure d'amplificateur différentiel, à laquelle on a ajouté un amplificateur de puissance. L'amplification en boucle ouverte peut être considérée comme infinie (fig. 9). Le courant d'entrée et la tension différentielle peuvent être négligés, ce qui permet d'écrire :

$$i_e = v_e / R \text{ et } i_e + i = 0$$

Pendant l'aller, le courant i_D dans le déviateur trame (caractérisé par sa résistance équivalente r_D) s'exprime par : $i_D = i + i_T + i_4$. On exprime i_D, i_4 et i en fonction de i_e. Le résultat est exprimé en fonction de la tension de commande v_e et après quelques simplifications liées aux grandeurs des composants utilisés, on obtient :

$$i_D = \frac{v_e}{R}\left[\frac{R_3}{R_T} + \frac{P_1 R_3}{R_T R_4} + \frac{R_3}{R_4}\right]$$

L'interprétation du résultat précédent montre que le courant i_D dans le déviateur trame est proportionnel à la tension de commande trame v_e, le coefficient de proportionnalité étant pondéré par le réglage du potentiomètre P1 (ajustage du gain de l'amplificateur). Le potentiomètre P1 permet d'ajuster l'amplitude du balayage trame. L'amplificateur de puissance trame réalisé autour du TDA8178F fonctionne en source de courant, la charge (déviateur) étant flottante (pas de point relié à la masse du châssis).

Pour obtenir une rampe de courant (corrigée en S) dans le déviateur trame, appliquer une tension de commande trame v_e en dent de scie (fig. 10). La solution retenue sur le châssis ICC7 met en œuvre le *jungle* multifonction TA8659. La dent de scie trame est produite par l'interface réalisée autour des transistors TF25 et TF08. (cf. le chapitre « Fonction service »).

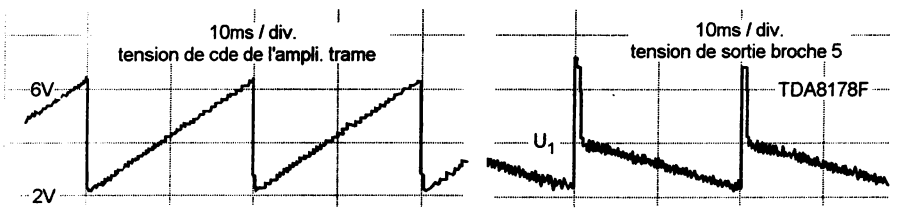


Fig. 10 : Oscillogrammes des tensions d'entrée et de sortie mesurés sur l'amplificateur de puissance trame ICC7.

Solution associée au TDA8170

La solution associée au TDA8170, donnée par le schéma partiel de la figure 11, est tirée du châssis CUC4400 de GRUNDIG. On remarque immédiatement que la boucle de réaction, permettant de régler l'amplitude du balayage trame (potentiomètre P1), est fermée sur un préamplificateur interne au TDA2579 (ce CI réalisant en grande partie la fonction service).

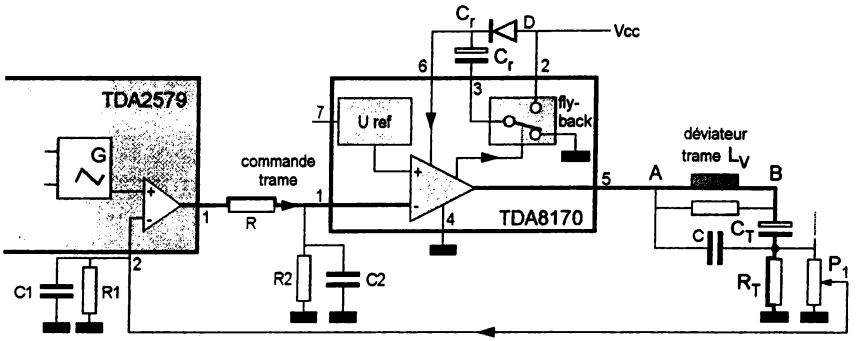


Fig. 11 : Schéma simplifié des circuits trame CUC4400 (GRUNDIG).

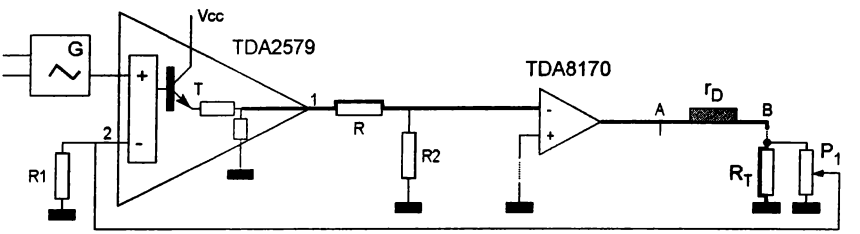


Fig. 12 : Structure interne du TDA2579 (CUC4400).

Le préamplificateur intégré au TDA2579 comporte en sortie une structure de type collecteur commun réalisant un amplificateur de courant (fig. 12). Considérant que le préamplificateur est bâti sur la structure d'un amplificateur différentiel (idéal), la tension différentielle entre ses entrées + et – tend vers zéro en fonctionnement normal. Si un dysfonctionnement se produit (rupture du TDA8170 par exemple) et si la tension de retour broche 2 du TDA2579 est absente, aucune information ne peut être transmise en sortie broche 1 du TDA2579.

Pendant l'aller trame, la tension de retour broche 2 (entrée inverseuse –) recopie la tension fournie par le générateur trame (*sawtooth generator*) appliquée sur l'entrée non inverseuse +.

Pendant le retour trame, le générateur trame fournit un *pulse* de niveau zéro et provoque le blocage du transistor de sortie *T* du préamplificateur. Cette tension est transmise et mesurable broche 1 du TDA8170 (fig. 13).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

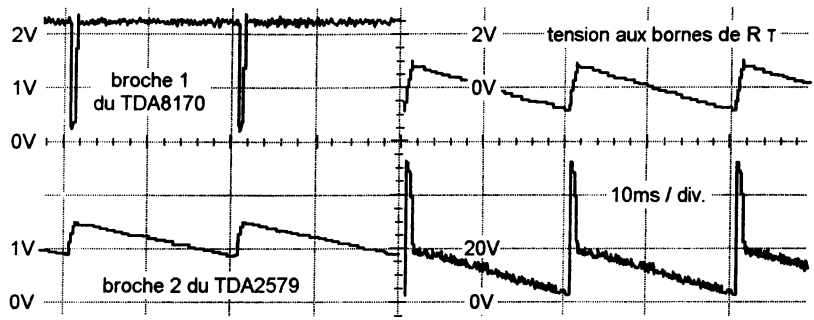


Fig. 13 : Oscillogrammes des tensions caractéristiques du fonctionnement des circuits trame CUC4400.

Modélisation et calcul du courant iD

On considère que l'ensemble préamplificateur et amplificateur de puissance peuvent être remplacé par un amplificateur quasi idéal unique (fig. 14). On décompose le potentiomètre P1 en deux résistances P_a et P_b :

$$P_a + P_b = P_1 \text{ et } P_b = P_1 X \text{ avec } 0 < X < 1.$$

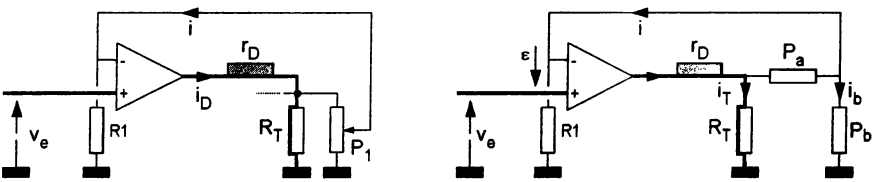


Fig. 14 : Modélisation des circuits trame CUC4400.

On exprime le courant du déviateur : $i_D = i_T + i_b + i$. Les courant sont ensuite calculés en fonction de la valeur de v_e. Après simplification, on exprime i_D :

$$i_D \approx v_e \frac{P_a(P_b \| R_1)}{R_T}.$$

Le courant dans le déviateur est proportionnel à la tension de commande fournie par le générateur trame dont on peut vérifier le fonctionnement broche 3 du TDA2579. L'amplitude du courant de déviation trame peut être réglé par le potentiomètre P1 (fig. 15).

Rôle des condensateurs dans le circuit

En général, les condensateurs assurent la stabilité de fonctionnement du montage. C'est en particulier le principal rôle des condensateurs C1, C2, C3 (fig. 15). C1 intègre les variations parasites se produisant dans les circuits de balayage trame. Il évite aussi toute variation brutale de la tension de réaction lors d'un réglage (contact du curseur). Une note particulière pour le condensateur C, monté en parallèle sur le déviateur trame. C intègre les signaux à fréquence ligne induits dans le déviateur.

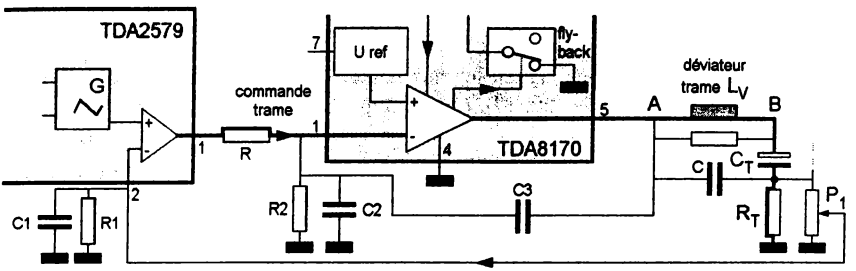


Fig. 15 : Circuit trame CUC4400 (GRUNDIG).

Amplificateur trame à circuit hybride

Le circuit, dont le schéma simplifié est donné figure 16, équipe le châssis *faible consommation* OCEANIC. Pour assurer un courant de crête suffisant, il peut être nécessaire de compléter le circuit de puissance trame par une structure classe AB à transistors complémentaires T2, T3 (quelque fois appelée *push-pull*).

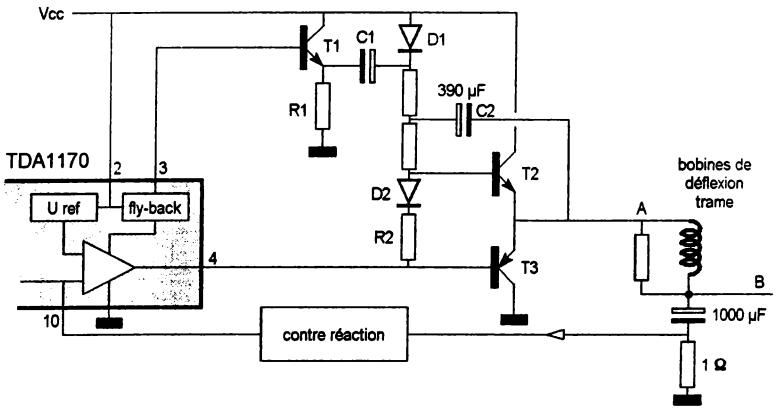


Fig. 16 : Circuit de puissance trame OCEANIC.

On résume les caractéristiques du châssis équipé d'un tube 110° :

Inductance du déflecteur	Résistance cuivre	Courant crête de déviation
L_D = 6 mH	r_D = 2 W	$I_{Dmax} - I_{Dmin}$ = 1,6 A

Le transistor T1 assure la commutation de l'alimentation pendant le retour trame. Le fonctionnement du générateur de *fly-back* du circuit trame TDA1170 est comparable aux autres circuits étudiés.

	T1	D1	C1	Alimentation du *push*
Aller trame	bloqué	conductrice	se charge à V_{CC}	V_{CC}
Retour trame	saturé	bloquée	chargé à V_{CC}	environ 2 × V_{CC}

Corrections de balayage et cadrage trame

Correction de S

Lors le l'aller trame, la tension aux bornes du condensateur C_T évolue selon une parabole (fig. 17). Cette composante (parabolique) peut être utilisée pour apporter une correction de S (correction rendue obligatoire compte tenue de la planéité de l'écran).

Correction de linéarité

En ajoutant une composante continue, il est possible de rendre plus ou moins asymétrique la correction de S. On induit alors une correction de linéarité verticale.

Correction de cadrage *manuel*

Cadrer verticalement l'image, c'est ajouter (ou enlever) un courant continu dans le déflecteur trame. Si on ajoute une composante continue au courant de crête de déviation, l'image est alors décalée vers le haut de l'écran. Dans le cas contraire, l'image est décalée vers le bas. En général, ce réglage permet de compenser les défauts de positionnement du déviateur par rapport à l'axe du tube cathodique.

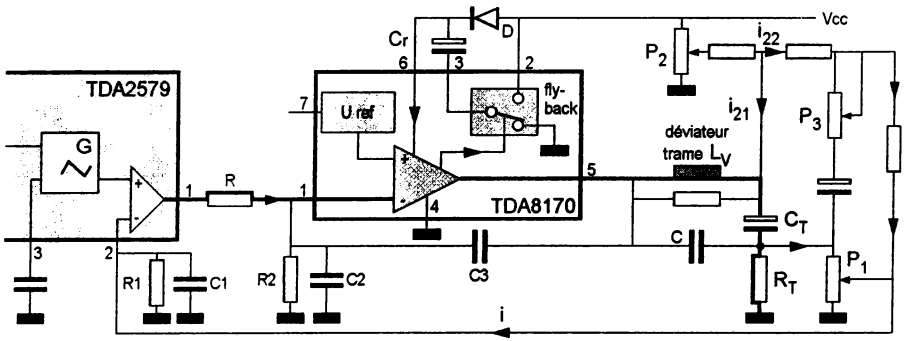


Fig. 17 : Correction de cadrage et linéarité sur circuits trame CUC4400 (GRUNDIG).

Le schéma (fig. 17) résume les solutions mises en œuvre sur le châssis CUC4400 de GRUNDIG. Le réglage de P2 permet de corriger le cadrage vertical. Le potentiomètre P3 permet de corriger la linéarité verticale. Les courants i_{22} (issu de P2) et i_3 (issu de P3) s'ajoutent au courant de réaction précédemment calculé et composent le courant i.

Correction de cadrage *programmable*

Rappelons que le réglage de position verticale de l'image reproduite (H-*shift* ou cadrage vertical) peut être réalisé à partir de la fonction gestion et de la fonction service quand la structure est construite sur la base de circuits numériques (pour effectuer le réglage, le téléviseur doit être configuré en mode service).

Une tension continue, positive ou négative, superposée à la tension alternative appliquée aux bobines de déflexion verticale, permet d'ajuster la position verticale de l'image. Pendant l'aller, cette tension continue fait circuler un courant continu positif (de A vers B) ou négatif (de B vers A) dans les bobines. Ce courant induit un champ magnétique continu et corrige la position verticale de l'image sur l'écran.

Première solution (fig. 18)

Le potentiomètre de cadrage (P2) est remplacé par l'ensemble T1, T2. La commande de cadrage vertical est générée par la fonction service et détermine le point de fonctionnement des transistors.

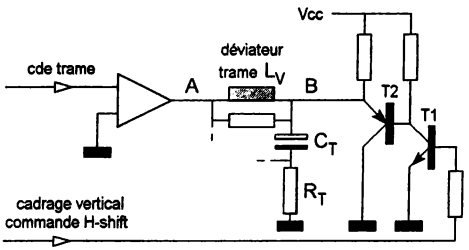


Fig. 18 : Le cadrage est réalisé par la commande de T1 et T2.

En absence de correction de cadrage vertical, quand le *spot* décrit une ligne au centre de l'écran, la tension au point B est égale à la tension au point A. La tension de l'émetteur de T2 est égale à $V_{CC}/2$.

Seconde solution (fig. 19)

Le circuit amplificateur trame est alimenté avec une alimentation symétrique $+V_{CC}$ et $-V_{CC}$. En absence de commande de correction de cadrage vertical, la valeur moyenne de la tension en A est nulle. Il n'est donc plus nécessaire d'utiliser le condensateur de liaison C_T qui est supprimé.

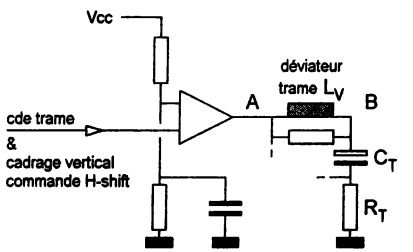


Fig. 19 : Le condensateur C_T doit être supprimé et remplacé par un court-circuit !

Une composante continue est additionnée au signal de commande trame. Cette tension, déterminée par rapport à la tension continue fixée sur l'entrée « réf. » de l'amplificateur, constitue la commande de correction de cadrage.

REMARQUE Quand le condensateur de liaison n'est plus câblé (l'alimentation de l'amplificateur symétrique par rapport à la masse), la fonction service prend en charge la correction de S verticale.

Cadrage en mode *télétexte*

En mode télétexte (affichage de caractères ou de symboles graphiques en *pleine page*), l'entrelacement des lignes constituant deux trames successives, entraînerait un papillotement. On supprime l'entrelacement en mode télétexte pleine page. C'est le rôle de la commande NIL (*No InterLeaving*) (fig. 20).

La commande NIL, fournie par le générateur de télétexte, est une tension rectangulaire à fréquence image. Le schéma simplifié suivant est emprunté au châssis FL1.* de PHILIPS.

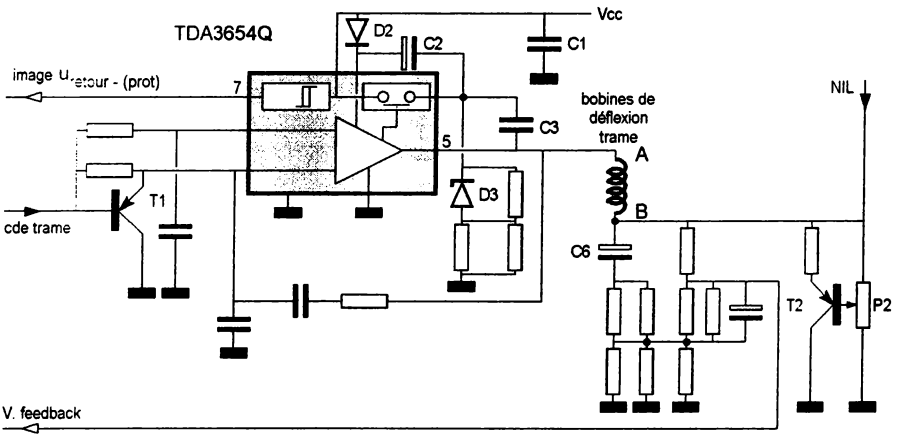


Fig. 20 : Circuit de puissance trame FL1 (PHILIPS).

V.feedback (*feedback* – information de retour) est la mesure, image de la tension de déviation verticale, nécessaire à l'asservissement du générateur trame de la fonction service.

BALAYAGE TRAME DÉCOUPÉ À FRÉQUENCE LIGNE

Principe mis en œuvre

Le déviateur vertical se comporte comme une résistance pendant l'aller trame (18,4 ms). Pour obtenir un courant I_{Dmax} de l'ordre de 0,4 A à 0,6 A dans le déviateur, il suffit d'appliquer une tension à ses bornes de l'ordre de 18 V.

Le courant dans le déviateur circule de A vers B lors du balayage de la demi-trame supérieure de l'écran. La tension au point A est alors supérieure à la tension au point B (fig. 21).

Quand la ligne balayée est au centre de l'écran, le courant dans le déviateur est nul. La tension au point A est égale à la tension en B.
Le courant dans le déviateur circule de B vers A lors du balayage de la demi-trame inférieure de l'écran. La tension au point A est alors inférieure à la tension au point B.

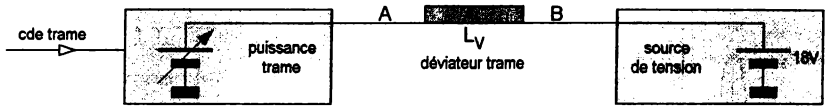


Fig. 21 : Principe du balayage trame découpé à fréquence ligne.

Si on fixe le potentiel du point B à 18 V, il faut faire varier le potentiel du point A de 36 V à 0 V pour décrire une trame, et ce, pendant une durée de 18,4 ms correspondant à l'aller trame.
En moyenne, on peut considérer qu'à chaque ligne il faut abaisser le potentiel du point A de :

$$\frac{36}{312{,}5-25}\text{, soit environ 125 mV.}$$

Schéma structurel partiel

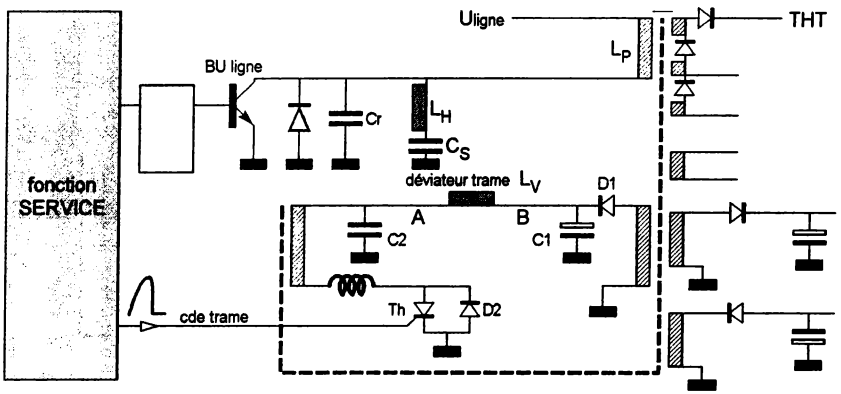


Fig. 22 : Structure simplifiée du balayage trame découpé à fréquence ligne.

Source de tension en B : 18 V

Elle est réalisée par :
- un enroulement secondaire du transformateur ligne,
- la diode de redressement D1 et le condensateur de filtrage C1 (fig. 22).

Source de tension en A

Elle est variable de 36 V à 0V. Elle est réalisée par :
- un autre enroulement secondaire du transformateur ligne, couplé serré au primaire,

• la diode de redressement D2 (BA157) permettant de charger le condensateur C2, d'une capacité de l'ordre de 470 nF. L'énergie emmagasinée dans C2 dépend de la valeur de crête de l'impulsion de retour ligne et de la durée de conduction de D2. À chaque retour ligne, l'énergie transférée à C2 est pratiquement constante (fig. 23),

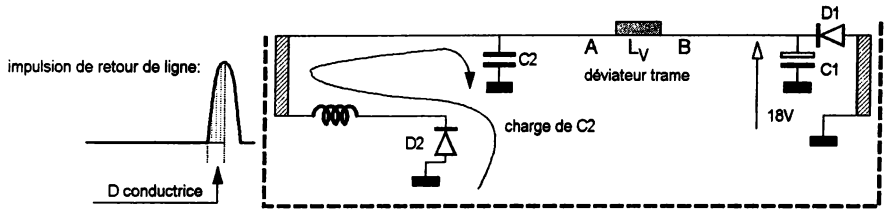


Fig. 23 : Circuit de charge de C2 pendant le retour ligne.

• le thyristor *Th* pour le contrôle de l'énergie fournie à C2 sachant que :
– le cycle se déroule à la fréquence ligne pendant la durée de l'aller trame (fig. 24),
– la durée de conduction du thyristor augmente ligne après ligne de façon à obtenir une tension décroissante de 36 V à 0 V au point A pendant l'aller trame :
. instant t_D : le déclenchement de la conduction du thyristor est retardé. La tension aux bornes de C2 est importante. On est en *début de trame*,
. instant t_F : le déclenchement de la conduction du thyristor est avancé. La tension aux bornes de C2 est minimale. On est en *fin de trame*,

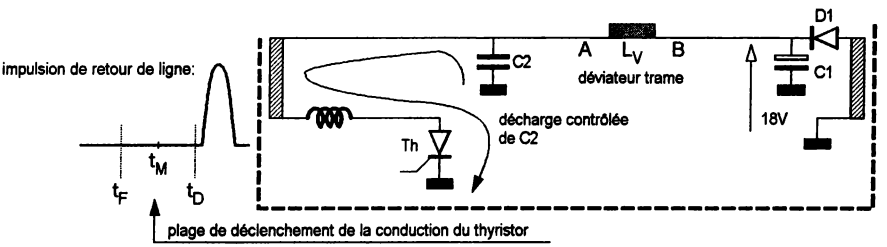


Fig. 24 : Circuit de décharge de C2, à fréquence ligne.

• le thyristor reste bloqué pendant une partie du retour trame pour permettre une recharge complète de C2 au delà des 36 V nécessaires au balayage du haut de l'écran.

Aspects particuliers du cycle trame

Pendant le retour trame

Le thyristor est bloqué pendant une durée de l'ordre de 0,7 ms. D2 permet la charge de C2 à une valeur de l'ordre de 150 V. Le rapport de transformation des enroulements est calculé à cet effet.

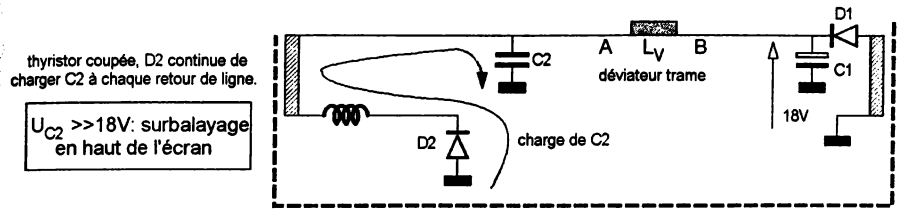


Fig. 25 : Conséquence d'une thyristor coupé (ou non commandé).

Pendant le retour trame, les bobines de déviation trame se comportent comme une inductance. La tension importante aux bornes de C2 permet de *raccourcir* le temps de retour.

Conduction prolongée du thyristor

La conduction prolongée du thyristor *Th* tend à la décharge de C2. Cette situation correspond à une fin d'aller trame. Le *spot* décrit alors les lignes en bas de l'écran (fig. 26).

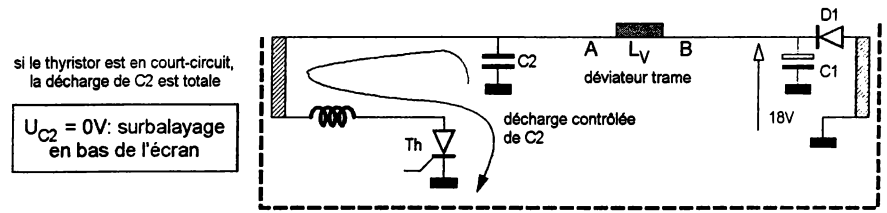


Fig. 26 : Conséquence d'un thyristor en court-circuit.

CIRCUITS DE SÉCURITÉ ASSOCIÉS AU BALAYAGE TRAME

Les circuits de sécurité associés au balayage trame cherchent à préserver le tube cathodique :

- en absence de balayage trame et en absence de circuit de sécurité trame, il apparaît une ligne horizontale surbrillante qui risque d'endommager le tube,
- en cas de surbalayage trame et en absence de circuit de sécurité trame, le faisceau risque de frapper le col du tube et de provoquer des fissures dans l'ampoule de verre constituant le tube.

Il faut noter qu'un surbalayage peut être le résultat :

- d'une amplitude de balayage trame trop importante,
- d'un défaut de cadrage de l'image reproduite.

Les mesures permettant de déclencher le circuit de sécurité sont de deux ordres :

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

• Mesure de l'amplitude trame (insuffisance d'amplitude ou dépassement de la valeur maximale autorisée).
• Mesure d'une composante continue positive ou négative sur le déviateur. Une composante continue importante est caractéristique d'une erreur de cadrage de l'image.

Principe de la surveillance du dépassement d'amplitude

On considère un amplificateur trame à alimentation asymétrique (fig. 27).

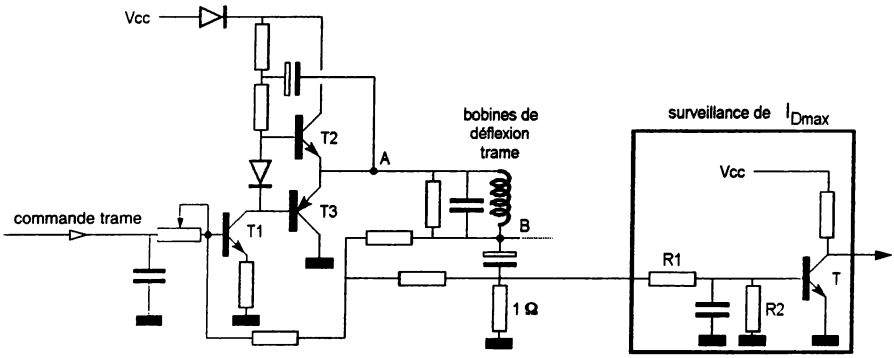


Fig. 27 : Circuit de surveillance de dépassement d'amplitude trame.

Le courant i_D du déviateur est *mesuré* par la tension aux bornes delà résistance de 1 ohm. R1 et R2 constituent un diviseur de tension. Quand la valeur nominale de l'amplitude du courant de déviation trame est dépassée, T est conducteur. L'information disponible sur le collecteur de T peut être utilisée pour déclencher la mise en sécurité.

Mesure d'une composante continue

On considère un amplificateur trame à alimentation symétrique (fig. 28). La valeur moyenne de la tension de sortie est nulle quand le fonctionnement est normal.

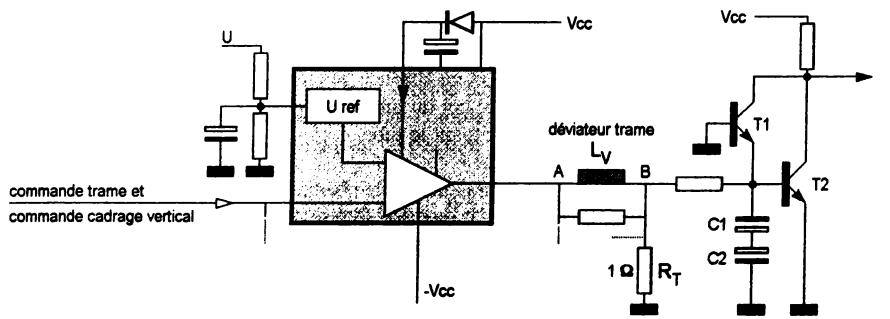


Fig. 28 : Circuit de mesure de la composante continue.

C1 et C2 sont montés de façon à réaliser un condensateur non polarisé.
Une composante continue positive importante en sortie de l'amplificateur est répercutée au point B : le transistor T2 entre en conduction.
Une composante continue négative importante en sortie de l'amplificateur est répercutée au point B : le transistor T1 entre en conduction.
Dans les deux cas, la chute de tension disponible en sortie informe le circuit de mise en sécurité.

DÉFAUT DE COUSSIN ET CORRECTION NORD/SUD

Un défaut de géométrie dû à la planéité de l'écran a déjà été constaté lors de l'étude du balayage ligne (coussin est/ouest). La planéité de l'écran introduit aussi un défaut de coussin nord/sud (fig. 29-a).

Sur les tubes cathodiques de type *full square* ou *flat square*, le défaut de coussin nord/sud est corrigé par les bobines de déviation trame. Le déflecteur est conçu de façon à produire un champ magnétique de déviation à répartition cosinusoïdale.

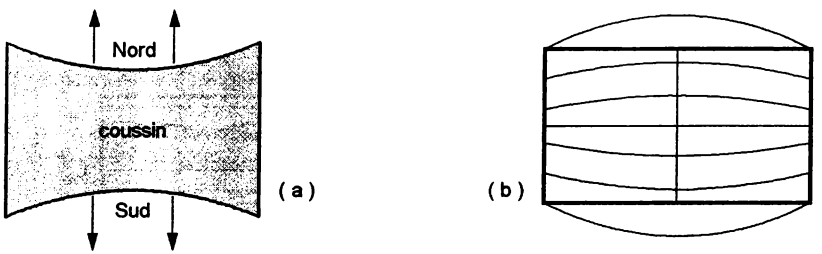


Fig. 29 : Coussin nord/sud (a), et correction (b).

La figure 29-b montre la répartition du champ magnétique de déviation trame. La répartition des lignes de force est relativement peut modifiée au centre de l'écran alors que la forme en *tonneau* s'accroît au fur et à mesure qu'on est plus proche du haut (début de trame) et du bas de l'écran (fin de trame).
Cependant, les châssis utilisant certains tubes très plat (tube planar, de THOMSON, par exemple) sont équipés d'un circuit de correction nord/sud et d'une correction *aile de mouette*.

Principe de la correction nord/sud

Un courant de correction, modulé à fréquence ligne, est additionné au courant de déviation trame (fig. 30). L'amplitude de la correction varie selon qu'on est en début, au milieu et en fin de trame.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

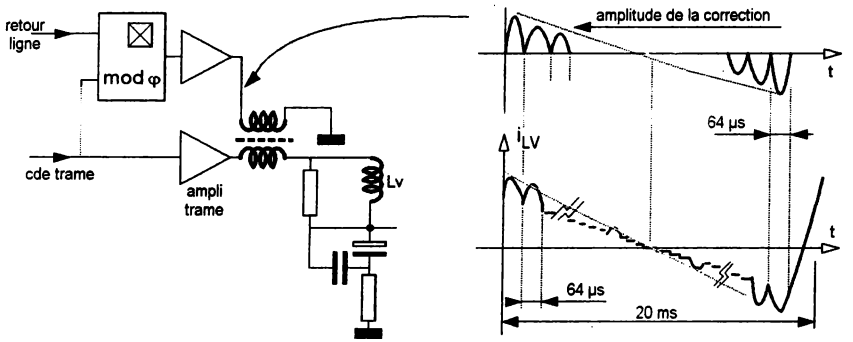


Fig. 30 : Principe de la correction nord/sud.

Correction d'aile de mouette

L'écran du tube planar peut être considéré comme la résultante de trois portions de surface sphérique. Le rayon de courbure de l'écran varie de façon plus importante aux environs des lignes de raccordement des portions de surface sphérique. À ces endroits et en l'absence de correction, les lignes horizontales subissent des déformations en aile de mouette.

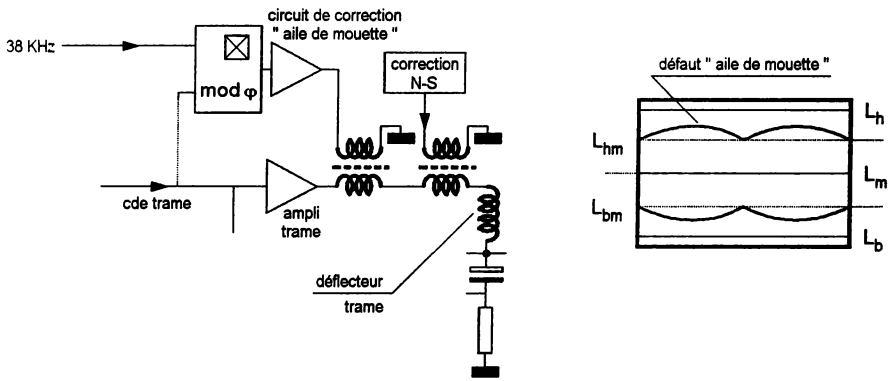


Fig. 31 : Principe de la correction **aile de mouette.**

Sur le dessin de l'écran de la figure 31, les lignes horizontales repérées L_H (lignes en haut de l'écran), *Lm* (lignes au milieu de l'écran) et *Lb* (lignes au bas de l'écran) ne sont pas déformées. Seules les lignes situées dans les zones de L_{hm} et L_{bm} sont déformées comme le montre la figure.

La déformation est pseudo-sinusoïdale. Compte tenu de la durée de l'aller ligne de 52 µs, la déformation est pratiquement à la fréquence de 38 kHz. Il faut fabriquer un courant de correction sinusoïdal, ayant une fréquence de 38 kHz, l'amplitude variant localement en fonction de l'importance du défaut à corriger.

BALAYAGE TRAME 100 HZ EN VIDÉO 10 HZ

La vitesse de balayage étant multipliée par deux, la durée d'une trame est réduite de moitié, soit 10 ms. La fréquence du balayage trame est de 100 Hz (*cf.* le balayage ligne à 31 250 Hz et le chapitre « Traitement vidéo », paragraphe « Traitement vidéo 100 Hz » du tome 1).
Les fonctions du téléviseur sont modifiées (*cf.* chapitre « Balayage ligne »).

Organisation de la fonction service en télévision vidéo 100 Hz

Les circuits de balayage trame 100 Hz fonctionnent selon le même principe que les circuits de balayage trame 50 Hz. Le temps de retour trame étant divisé par deux en balayage 100 Hz, les concepteurs ont été amenés à modifier les caractéristiques du déflecteur vertical.

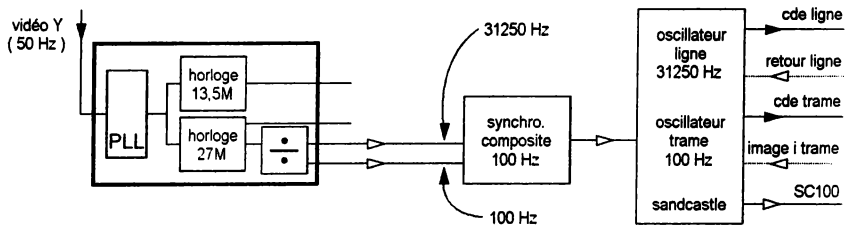


Fig. 32 : Production de la tension de commande du balayage trame 100 Hz.

Le tableau suivant donne l'ordre de grandeur des caractéristiques du déflecteur vertical monté sur un tube 70 cm, format 4/3.

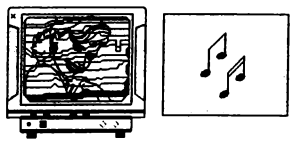
Fréquence trame	50 Hz	100 Hz
Inductance L_D	10 mH	6 mH
Résistance r_D	5 Ω	3,5 Ω
Courant de crête de déviation	0,9 A	1,25 A

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

CHAPITRE 6
ÉTUDES DE DYSFONCTIONNEMENT

ÉTUDE N° 1

IMAGE INSTABLE EN RÉCEPTION D'UNE CHAÎNE



Conditions de fonctionnement

Le téléviseur est en marche, la syntonisation est réalisée sur une station disponible par l'antenne.
Le choix de la station syntonisée est fait par la télécommande.
Les réglages de lumière, contraste, couleur sont réglés à 50 % des valeurs maximales.

Constatation de fonctionnement

Le son est correctement reproduit : le rapport signal/bruit est convenable.
Le réglage de volume par la télécommande est actif.
L'image n'est pas restituée correctement.
La totalité de l'écran est balayée mais l'image est *déchirée* horizontalement. On constate une instabilité de l'image.
L'image restituée est parfois colorée et de façon aléatoire.

ANALYSE DES PREMIÈRES CONSTATATIONS

Analyse de constatation

À partir des observations faites, on peut considérer que :
- l'alimentation principale fonctionne,
- les circuits de balayage ligne et trame fonctionnent,
- la THT est présente ; les électrodes des canons sont correctement polarisées.

La gestion fonctionne : la syntonisation et le réglage du volume audio sont actifs.
Quand l'image est restituée sans dominante de couleur, les trois faisceaux RVB sont convenablement commandés. Une erreur de coloration est caractéristique d'un mauvais fonctionnement de la voie chrominance ou d'une mauvaise qualité de la composante couleur C, issue du signal CVBS.
L'instabilité horizontale et verticale de l'image signifie que les balayages ligne et trame du téléviseur ne *démarrent* plus en coïncidence avec les balayages de la caméra (ou de la source des images). La fonction Service du téléviseur ne remplit plus complètement son rôle.

Le dysfonctionnement peut être dû à la mauvaise qualité du signal vidéo composite appliqué en entrée de la fonction Service (fig. 1).
Les circuits de réception peuvent être à l'origine du défaut.

Localisation des fonctions mises en cause

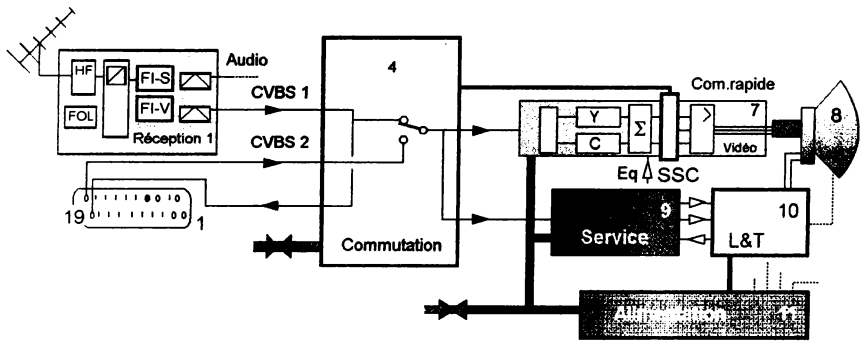


Fig. 1 : Organisation fonctionnelle partielle mettant en évidence le rôle de la fonction service.

ÉTUDE THÉORIQUE

La fonction Service (générateur petits signaux) dans son environnement

Les conditions du bon fonctionnement de la fonction Service peuvent se résumer ainsi (fig. 2).
L'alimentation, l'horloge et le *reset* (quand la fonction Service est numérique) sont nécessaires au démarrage et au fonctionnement de la fonction.
Pour produire des signaux (commandes ligne et trame, *sandcastle*) en synchronisme avec la source (caméra, etc.), le signal vidéo composite (CVBS ou Fbas) en entrée de la fonction Service, doit être de qualité.

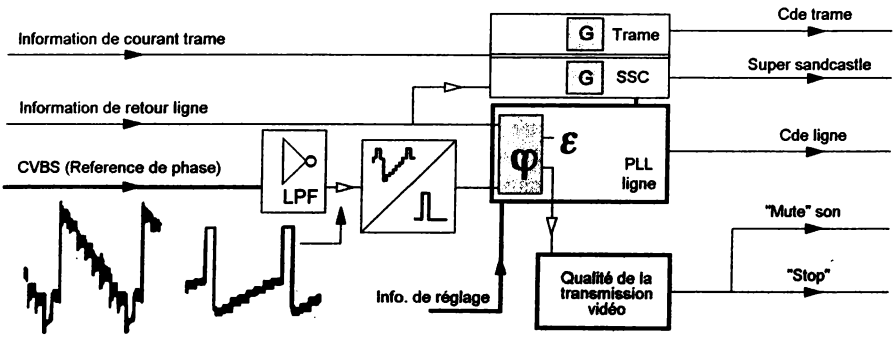


Fig. 2 : Grandeurs électriques en entrée et en sortie de la fonction service.

Les informations de réglage (de type potentiométrique quand la fonction est analogique ou transmises par un bus série quand la fonction est à structure numérique) doivent permettre de positionner correctement le fonctionnement du PLL ligne pour assurer la stabilité du fonctionnement.

REMARQUE Les *fonctions spéciales*, internes à la fonction Service, mesurent la qualité de la transmission et génèrent des informations de type (fig. 2) :
• *STOP* pour informer la fonction Gestion que le téléviseur est syntonisé sur un émetteur. Cette information est utilisée par le microcontrôleur de la fonction Gestion lors d'une procédure de recherche automatique de station par exemple.
• *Mute* audio pour informer le microcontrôleur de la fonction Gestion d'une absence d'émission.

Le fonctionnement de la fonction *asservissement et réglages* vidéo est subordonné au *sandcastle* SSC ou aux signaux KEY, CBI, HB pour :
• l'alignement synchronisé des signaux R, V, B (clamp) et l'indexation des signaux sur les informations de commande de l'utilisateur (lumière, contraste, saturation). Pour clamper les signaux, les circuits utilisent le niveau *burst key* du *sandcastle* SSC,
• l'effacement des signaux R, V, B pendant les retours ligne et trame. Les circuits utilisent les niveaux de *Line BLankink* (LBL) et de *Frame BLanking* (FBL) du *sandcastle* SSC,
• l'asservissement automatique des *cut-off*, l'asservissement automatique du gain des amplificateurs vidéo.

La fonction *traitement chrominance* utilise le niveau *color key* ou *burst key* du *sandcastle* SSC pour permettre l'identification de standard. Une erreur de phase du *burst key* ne permet plus l'extraction des salves SECAM ou du *burst* PAL. Les *color killer* de la voie chrominance sont activés. L'image passe en noir et blanc.
Le SSC (ou équivalent) n'est plus synchrone du signal vidéo composite si la référence fournie par les tops ligne et trame de la composante Y ne sont plus transmis à la fonction Service ou plus correctement interprétés par la fonction service (dysfonctionnement du PLL par exemple).

Démarrage et stabilité de la fonction service

Quelle que soit la structure interne des circuits (analogique ou numérique), on peut résumer le fonctionnement de la façon suivante (fig. 3).

Situation A	Situation B	Situation C
image instable, identification couleur aléatoire, *mute* audio	image instable, identification couleur aléatoire, voie audio : *mute* intermittent	image stable horizontalement, couleur normalement identifiée, la voie audio fonctionne

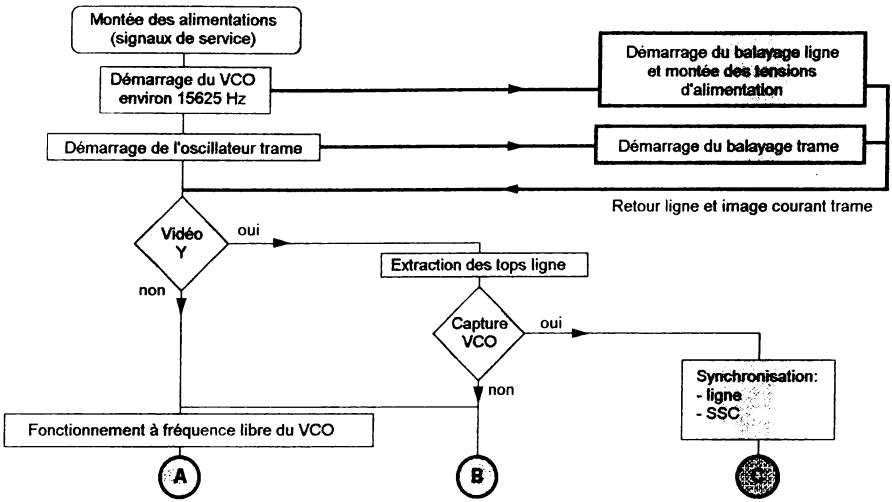


Fig. 3 : Démarrage de la fonction Service.

REMARQUE Sur certains circuits, le *sandcastle* n'est complet que si l'information de retour ligne et l'image du courant trame sont présentes.

Une mesure rapide consiste à visualiser le signal SSC à l'oscilloscope, le signal vidéo composite étant pris en référence. Quand le fonctionnement de la fonction Service est correcte, le SSC est stable par rapport à CVBS. Le niveau de *burst key* est en coïncidence avec le palier arrière du top ligne.

ALGORITHME DE RECHERCHE DE DYSFONCTIONNEMENT

Lors du contrôle du circuit de commutation lente et des circuits adjacents, il faut vérifier la qualité du signal vidéo transmis et, en particulier, s'assurer de la linéarité de la transmission : il ne doit pas y avoir de perte d'amplitude des tops de synchronisation ligne et trame ou de déformation des fronts descendants. On vérifie aussi que, quelque soit la norme, le signal vidéo composite transmis est toujours à modulation positive.
Vérifier la bande passante des étages de réception.
Lorsque le signal vidéo composite CVBS est numérique en entrée de la fonction Service, il est important de vérifier l'alignement (*clamp*) du signal CVBS analogique, en entrée des circuits de numérisation du signal.

REMARQUE Sur certains circuits (TDA2579 par exemple), quand l'impulsion de retour ligne est absente, le niveau du SSC correspondant à l'effacement ligne (pendant le retour ligne) n'est plus généré.

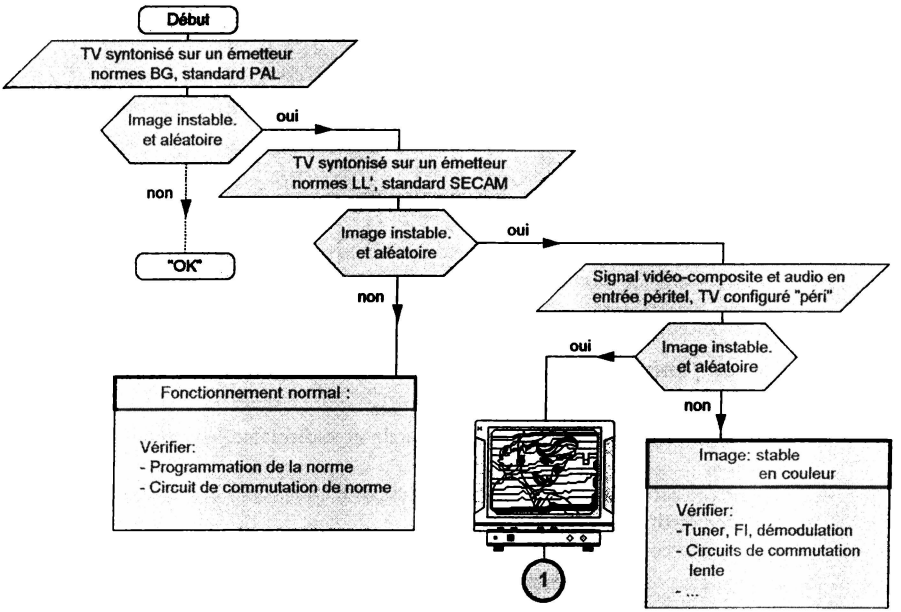


Fig. 4 : 1ère étape de l'analyse : utiliser les différentes sources de signaux audio-vidéo et déterminer la fonction défectueuse.

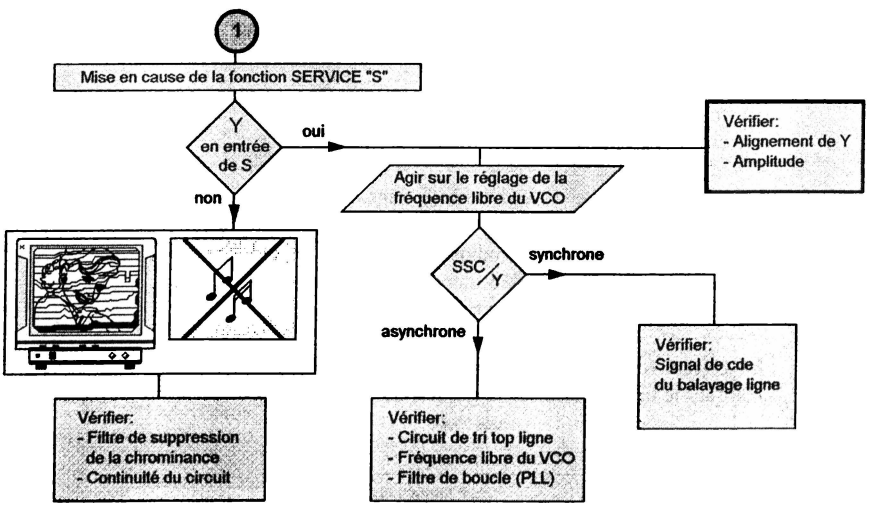
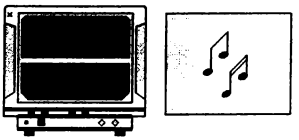


Fig. 5 : 2ème étape : quand la fonction défectueuse est identifiée, rechercher la cause du défaut en utilisant le principe de fonctionnement de ladite fonction.

ÉTUDE N° 2

BANDE SURBRILLANTE HORIZONTALE



Conditions de fonctionnement

Le téléviseur est en marche, la syntonisation est réalisée sur une station disponible par l'antenne.
Le choix de la station syntonisée est fait par la télécommande.
Les réglages de lumière, contraste, couleur sont réglés à 50 % des valeurs maximales.

Constatation de fonctionnement

La géométrie de l'image n'est pas restituée.
On observe une bande étroite, horizontale et surbrillante, au centre de l'écran.
Malgré la surbrillance, on distingue des modifications dans le contenu de l'*image* restituée.
Le son est correctement rendu : le rapport signal/bruit est convenable.

ANALYSE DES PREMIÈRES CONSTATATIONS

Analyse de constatation

Cette *image* est caractéristique d'un dysfonctionnement en trame : l'amplitude du balayage vertical est quasi nulle (fig. 6).
Cependant, les lignes blanches au centre de l'écran permettent de dire que :
- l'alimentation principale fonctionne,
- le circuit de balayage ligne fonctionne.

L'image est restituée en noir et blanc, sans dominante de couleur, alors :
- les trois faisceaux RVB sont convenablement commandés, les tensions de polarisation du tube cathodique sont respectées et les amplificateurs de puissance de la voie vidéo fonctionnent,
- le signal Y est normalement traité.

La gestion fonctionne. On réduira la lumière afin de ne pas risquer de marquer le tube (action sur la tension de G2).

Localisation des fonctions mises en cause

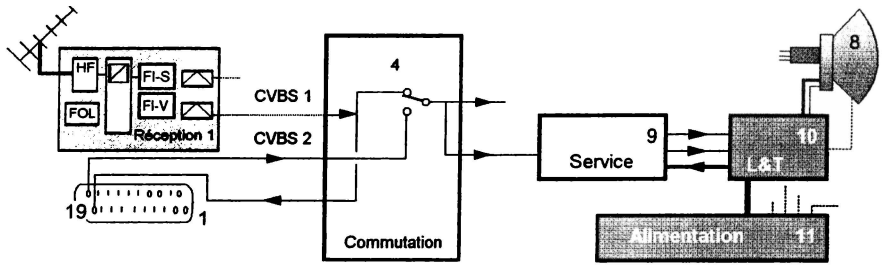


Fig. 6 : Organisation fonctionnelle partielle mettant en évidence les circuits de déviation.

ÉTUDE THÉORIQUE

Courant de déviation trame

Les lignes balayées étant au centre de l'écran, cela signifie que le courant de déviation trame est nul.

Pendant l'aller trame, les bobines de déflexion trame sont caractérisées essentiellement par leur résistance r_D. La tension aux bornes des bobines de déflexion trame est nulle ou le circuit est coupé.

Lecture du schéma

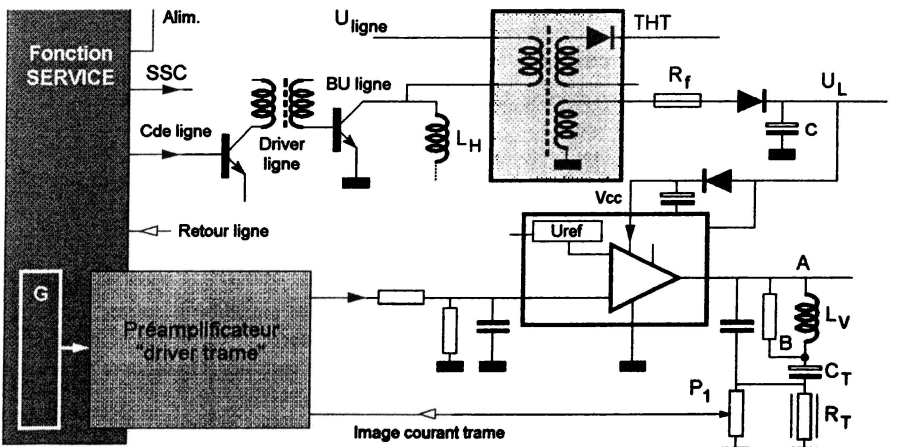


Fig. 7 : Schéma typique d'un circuit de puissance trame, l'alimentation V_{CC} étant obtenue à partir d'un secondaire du transformateur ligne.

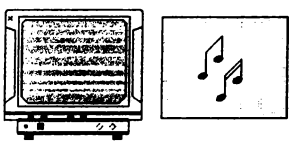
RECHERCHE DE LA CAUSE DU DYSFONCTIONNEMENT

Mesurer la tension d'alimentation V_{cc} du circuit de puissance trame (fig. 7). En cas de court-circuit interne au circuit de puissance ou en cas de surconsommation trame, la résistance fusible R_f se coupe.
Une coupure du circuit de déflexion trame ne permet plus le passage du courant de déviation. Cette situation peut être mise en évidence en mesurant, à l'oscilloscope, les tensions au point A puis au point B du déflecteur. Attention, les mesures doivent toujours être faites par rapport à la masse (secondaire) du châssis. L'élément R_T (de l'ordre de 1 Ω) est un élément de sécurité. En outre, il permet la mesure de l'image du courant de déviation.
La mesure de la tension de commande, sur la broche d'entrée du circuit intégré de puissance trame n'est pas toujours significative, le circuit de réaction de l'amplificateur de puissance liant les grandeurs d'entrée et de sortie. Il est préférable de faire la mesure (à l'oscilloscope !), de la commande trame, en sortie de la fonction service.

REMARQUE Le châssis à partir duquel on a étudié le dysfonctionnement (absence de balayage trame) n'est pas équipé de circuit de protection générant un *mute* vidéo.

ÉTUDE N° 3

DÉFAUT DE LINÉARITÉ VERTICALE



Conditions de fonctionnement

Le téléviseur est en marche, la syntonisation est réalisée sur une station disponible par l'antenne.
Le choix de la station syntonisée est fait par la télécommande.
Les réglages de lumière, contraste, couleur sont réglés à 50 % des valeurs maximales.

Constatation de fonctionnement

Le contenu de l'image est restitué avec un rapport signal/bruit convenable (image en couleur), sans dominante de couleur.
La géométrie de l'image n'est pas convenablement restituée. On observe un défaut en haut de l'image.
De plus, des lignes horizontales colorées (rouges, vertes et bleues) sont visibles sur le haut de l'image.
Le son est correctement rendu : le rapport signal/bruit est convenable.

ANALYSE DES PREMIÈRES CONSTATATIONS

Analyse de constatation

Cette image est caractéristique d'un dysfonctionnement en trame : le défaut de linéarité est vertical. Les autres fonctions du téléviseur sont réalisées correctement.

Les lignes *colorées* qui sont observées en haut de l'écran sont normalement produites en fin de retour trame : ce sont les lignes générées par la fonction *asservissement vidéo* pour permettre la mesure du débit de chaque canon et le réglage automatique des *cut-off* et du gain des amplificateurs vidéo.

La gestion fonctionne.

Localisation des fonctions mises en cause

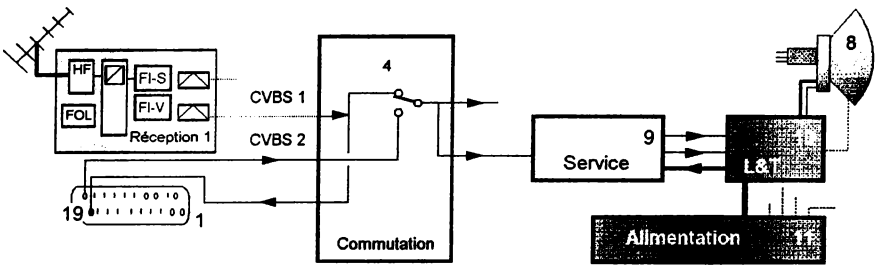


Fig. 8 : Organisation fonctionnelle partielle mettant en évidence les circuits de déviation.

ÉTUDE THÉORIQUE

Courant de déviation trame

Les lignes colorées sont normalement générées en fin de retour trame de façon à être situées en haut de l'écran et ne pas être visibles : quand l'amplitude du courant trame est convenablement réglée, la hauteur réellement balayée est légèrement supérieure à la hauteur de l'image restituée sur l'écran.

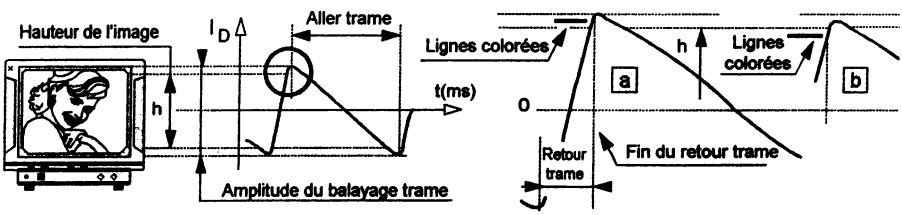


Fig. 9 : Courant de déviation trame et position de l'image sur l'écran.

La figure 9-a montre, en fonction du courant de balayage trame, la position des lignes colorées nécessaires à l'asservissement de *cut-off* et gain des amplificateurs vidéo.

Le mauvais positionnement de ces lignes colorées, par rapport à l'écran, signifie que le courant dans le déflecteur trame n'atteint pas une valeur correcte en fin de retour trame : le défaut est montré sur la figure 9-b.

Fonctionnement du circuit pendant le retour trame

Pendant le retour trame, l'inductance L_V du déflecteur devient prépondérante sur la résistance r_D. L'inductance L_V des bobines de déflexion développe une tension de l'ordre de :

$$u_{LV} = L_V \frac{di}{dt} \quad \text{soit } u_{LV} \text{ de l'ordre de } 2\ V_{cc}.$$

L'alimentation de retour (*fly-back*) de l'ordre de 2 V_{cc} doit être maintenue pendant tout le retour trame, soit 1,6 ms.

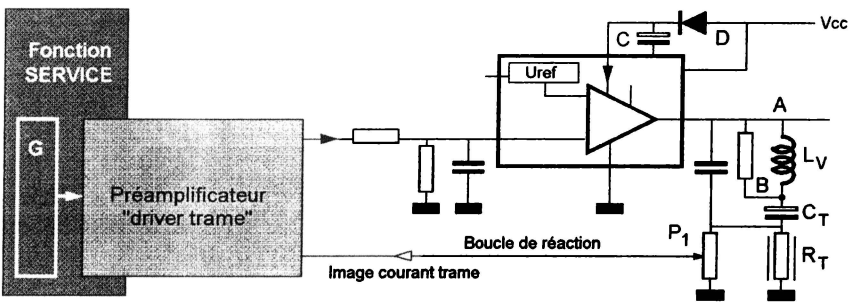


Fig. 10 : Circuit de puissance trame.

La diode D permet de charger le condensateur C à la tension V_{cc} pendant l'aller trame (fig. 10). Pendant le retour trame, la diode D est bloquée. La tension d'alimentation de retour est de l'ordre de 2 V_{cc}. La capacité du condensateur C doit être suffisante pour permettre le fonctionnement pendant 1,6 ms.

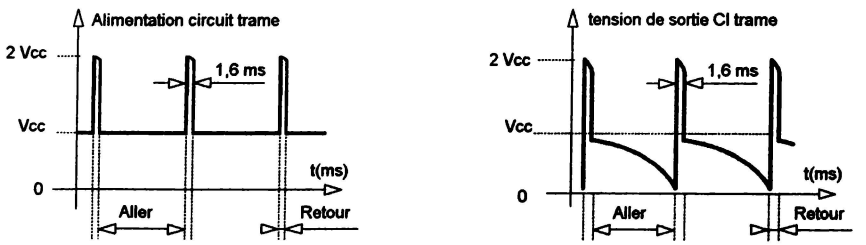


Fig. 11 : Oscillogrammes caractéristiques du fonctionnement de l'amplificateur de puissance trame.

RECHERCHE DE LA CAUSE DU DYSFONCTIONNEMENT

Mesurer la tension d'alimentation V_{cc} du circuit de puissance trame.
À l'oscilloscope, visualiser la tension d'alimentation du circuit. Contrôler l'amplitude et la durée de la tension d'alimentation pendant le retour trame (fig. 11).

Visualiser la tension de sortie de l'amplificateur trame. Contrôler la forme d'onde et la durée du retour trame.

REMARQUE Quand la tension d'alimentation n'est pas correctement établie pendant le retour trame, le transfert d'énergie, nécessaire pour permettre la *remontée* du courant de déviation trame, n'est plus correctement effectué. Il en résulte un défaut de linéarité (repli du haut de l'image, diminution de l'amplitude de déviation).
Plus grave, les conditions de fonctionnement définies par le concepteur ne sont plus respectées. Il en résulte une perte de rendement de l'étage de puissance trame et un échauffement exagéré du composant intégré.

Si le téléviseur est maintenu en fonctionnement, le circuit de puissance risque d'être définitivement détruit !

Un court-circuit de la structure amplificateur de puissance trame, entraîne une augmentation importante du courant fourni par l'alimentation du circuit. Une résistance fusible (R_f) normalement câblée en série dans le circuit d'alimentation se coupe.

Autre remarque, tant que nous en sommes à évoquer les problèmes d'échauffement de l'amplificateur de puissance trame !
Il va sans dire que la tension d'alimentation de l'étage de puissance trame est déterminée pour permettre d'obtenir un rendement optimal du circuit, de façon à limiter l'énergie dissipée.

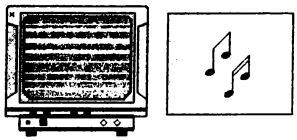
Suite à une intervention sur le téléviseur (remplacement d'un transformateur ligne défectueux, intervention sur les circuits de l'alimentation principale, par exemple), la tension d'alimentation du circuit de puissance trame peut être légèrement supérieure à la tension nominale de fonctionnement, prévue par le concepteur.

Il en résulte une augmentation de la puissance dissipée par le circuit. Si le dispositif de refroidissement (dissipateur thermique) a été calculé trop juste, un emballement thermique pourra conduire à la destruction de l'amplificateur de puissance trame.
Après avoir procédé au remplacement du circuit, il apparaît opportun de tenter de déterminer précisément la cause probable de la défaillance du circuit de puissance trame, sans quoi, il faudra s'attendre à un retour *à la case départ* !

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

ÉTUDE N° 4

DÉFAUT DE LINÉARITÉ VERTICALE



Conditions de fonctionnement

Le téléviseur est en marche, la syntonisation est réalisée sur une station disponible par l'antenne.
Le choix de la station syntonisée est fait par la télécommande.
Les réglages de lumière, contraste, couleur sont réglés à 50 % des valeurs maximales.

Constatation de fonctionnement

Le contenu de l'image est restitué avec un rapport signal/bruit convenable (image en couleur), sans dominante de couleur.
La géométrie de l'image n'est pas convenablement restituée. On observe un défaut en bas de l'image.
L'image est *tassée* et semble manquer d'amplitude dans le bas de l'écran.
Le son est correctement rendu : le rapport signal/bruit est convenable.

ANALYSE DE CONSTATATION ET ÉTUDE THÉORIQUE

Cette image est caractéristique d'un dysfonctionnement en trame : le défaut de linéarité verticale est observé en bas de l'écran. Le courant de déviation trame n'atteint pas la valeur et la linéarité n'est pas respectée.

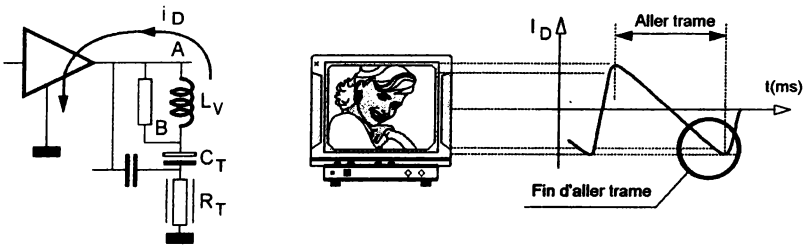
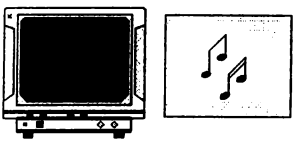


Fig. 12 : Circuit trame et position de l'image par rapport au courant de déviation.

Soit la structure est du type de celle donnée partiellement dans la figure 12. Pendant le balayage de la partie supérieure de l'écran, C_T se charge à $V_{cc}/2$. L'énergie stockée dans le condensateur doit être suffisante pour assurer le courant dans le déviateur trame pendant le balayage de la partie inférieure de l'écran. Si la capacité de C_T est trop faible (condensateur *sec*), il se produit une distorsion de linéarité accompagnée d'un manque d'amplitude trame.

REMARQUE Un défaut de linéarité peut aussi provenir d'un dysfonctionnement de la chaîne de réaction de l'amplificateur de puissance trame ou de la commande trame (fonction Service).

ÉTUDE N° 5 ÉCRAN NOIR



Conditions de fonctionnement

Le téléviseur est en marche, la syntonisation est réalisée sur une station disponible par l'antenne.
Le choix de la station syntonisée est fait par la télécommande.
Les réglages de lumière, contraste, couleur sont réglés à 50 % des valeurs maximales.

Constatation de fonctionnement

Le son est correctement rendu : le rapport signal/bruit est convenable.
L'image n'est pas restituée : l'écran est noir
À l'extinction, on observe une *ligne*, horizontale et brillante, au centre de l'écran.

ANALYSE DES PREMIÈRES CONSTATATIONS

Analyse de constatation

Le son est correctement reproduit : le rapport signal/bruit est convenable.
La gestion fonctionne au moins partiellement puisque le réglage du volume son est actif.

L'observation, faite à l'extinction, de la ligne horizontale au centre de l'écran permet de dire que :
• l'alimentation principale fonctionne, au moins partiellement,
• le circuit de balayage ligne fonctionne, au moins partiellement. La THT est présente.

L'image fugitive, observée à l'extinction, est composée d'une ligne horizontale : elle est caractéristique d'un dysfonctionnement en trame : l'amplitude du balayage vertical est quasi nulle (fig. 13).
L'écran noir, en régime de fonctionnement établi, peut signifier qu'un *mute* vidéo est activé (protection du tube quand un dysfonctionnement en ligne ou en trame est mesuré).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Localisation des fonctions pouvant être mises en cause

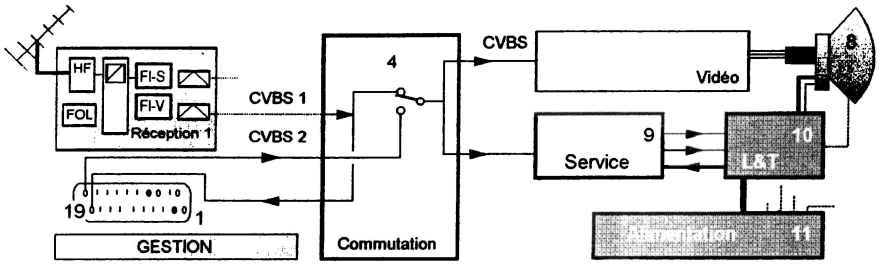


Fig. 13 : Organisation fonctionnelle partielle du téléviseur.

ALGORITHME DE RECHERCHE DE LA CAUSE DU DYSFONCTIONNEMENT

La situation (1) de l'algorithme de la figure 14 ne correspond pas à l'analyse des premières constatations. En particulier, on a observé, à l'extinction du téléviseur, une ligne, horizontale et brillante, au centre de l'écran. Nous n'explorons pas cette voie.

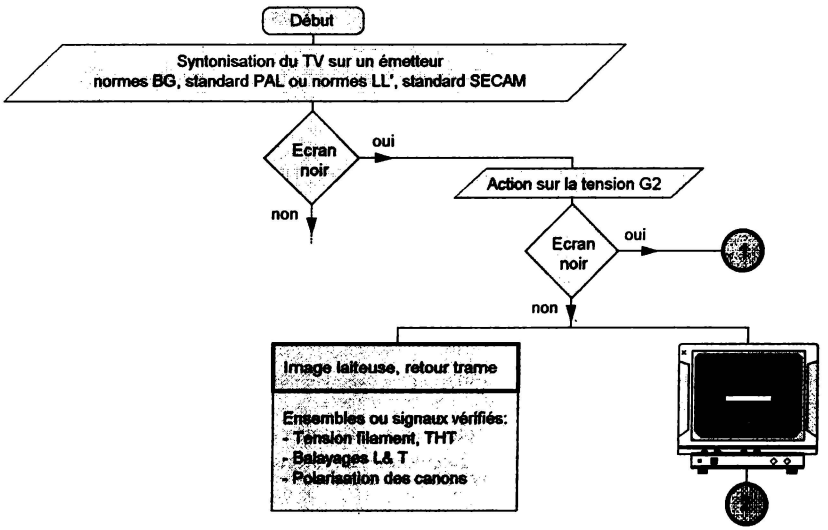


Fig. 14.

Analyse de l'image obtenue dans la situation (2)

La tension filament existe, les électrodes des canons sont polarisées et en particulier, la tension d'accélération G_2 existe.
La tension THT est présente, le balayage ligne fonctionne.

L'amplitude du balayage ligne est insuffisante.
Le balayage trame ne fonctionne pas. La recherche d'une panne en trame est déjà abordée dans l'étude de dysfonctionnement n° 5.

ÉTUDE THÉORIQUE ET DÉTERMINATION DES POINTS DE MESURE

Balayage trame

La ligne horizontale balayée étant au centre de l'écran, le courant dans le déviateur trame est nul. L'étude est identique à celle conduite précédemment.

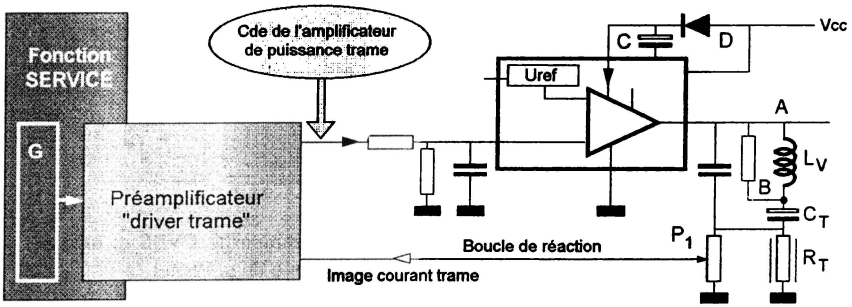


Fig. 15 : Circuit de puissance trame.

Vérifier la tension d'alimentation du circuit de balayage trame, la tension de sortie de l'amplificateur trame, la continuité du circuit de sortie et la tension de commande trame issue de la fonction Service (fig. 15).

Amplitude ligne

Les châssis de téléviseurs équipés d'un tube 110° requièrent une fonction d'asservissement de l'amplitude ligne en fonction (fig. 16) :
- de la position de la ligne dans la trame : correction de coussin est-ouest,
- de la valeur du courant de faisceau,
- du réglage de l'amplitude ligne nominal permettant de rattraper la dispersion des caractéristiques des composants.

En absence du balayage trame, la ligne balayée est au centre de l'écran. Le défaut de coussin est-ouest est maximum.

REMARQUE Dans cette étude, nous avons considéré qu'un *mute* vidéo est généré par la gestion : en absence de l'information de retour trame générée par le circuit de balayage trame, la gestion ne transmet plus les informations d'indexation sur le bus série (de type I2C par exemple). Les circuits préamplificateurs R, V et B, sont verrouillés au noir.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

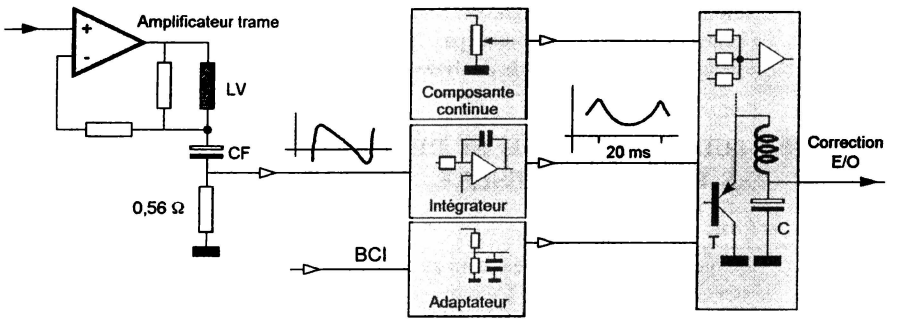
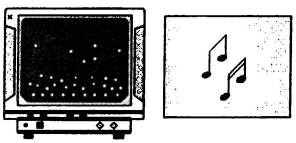


Fig. 16 : Circuits d'asservissement (amplitude ligne) et correction est-ouest.

ÉTUDE N° 6

ÉCRAN PARTIELLEMENT NOIR OU ÉCRAN NOIR



Conditions de fonctionnement

Le téléviseur est en marche, un signal vidéo composite CVBS et un signal audio sont injectés broche 20, broches 2 et 6 de la Péritel.
Le mode péri-télévision est demandé par la télécommande.
Les réglages de lumière, contraste, couleur sont retouchés à la hausse par la télécommande.

Constatation de fonctionnement

Le son est correctement rendu : le rapport signal/bruit est convenable.
Le réglage de volume par la télécommande est actif.
L'image n'est pas restituée : l'écran est noir. Sur certains châssis, on peut observer une lumière diffuse, de peu d'intensité et iridescente. Le reste de la surface de l'écran est noir.
À l'extinction du téléviseur et avant soufflage du spot, on peut observer une *image* fugitive dont l'amplitude décroît rapidement en ligne et en trame.

ANALYSE DES PREMIÈRES CONSTATATIONS

Analyse de constatation

Étant donné le bon fonctionnement de la voie audio, on peut considérer que l'alimentation principale fonctionne.
L'observation faite à l'extinction du téléviseur signifie que les circuits de balayage ligne et trame fonctionnent mais qu'il existe au moins un problème lié au cadrage de l'image.

Cette analyse est confirmée quand on observe la présence d'une lumière diffuse et iridescente sur une partie de l'écran. On peut alors dire qu'il existe un courant de faisceau et donc que :
• la THT est présente,
• les amplificateurs de puissance de la voie vidéo fonctionnent au moins partiellement. L'alimentation haute tension vidéo existe.

La Gestion fonctionne au moins partiellement puisque le réglage du volume son est actif. Les signaux de service de la fonction Gestion sont réalisés : alimentation 5 V, masse, horloge, *reset*.
Les premières recherches doivent être orientées vers les circuits permettant la restitution de la géométrie de l'image (fig. 17).

Localisation des fonctions mises en cause

La prise Péritel permet d'injecter le signal vidéo composite et les signaux audio.

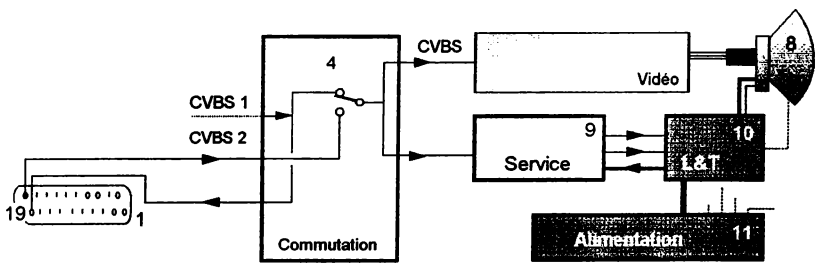


Fig. 17 : Organisation fonctionnelle partielle du téléviseur.

ÉTUDE THÉORIQUE

Balayage ligne et circuits associés

La figure 18 résume l'agencement des circuits de puissance ligne et circuits associés. Outre la production d'un courant de déviation ligne, le transistor de puissance ligne (*BU ligne*) est utilisé comme transistor de découpage dans le circuit primaire du transformateur ligne. La tension d'alimentation du circuit de balayage trame est fournie par un secondaire du transformateur ligne.
On rappelle les caractéristiques du courant de déviation appliqué aux bobines du déflecteur ligne (fig. 19).
Pendant l'aller ligne, les bobines de déflexion ligne sont caractérisées essentiellement par leur inductance *LH*. Pour obtenir la rampe corrigée en S du courant i_{LH}, le circuit de puissance ligne fonctionne en régime de commutation : le transistor *BU ligne* fonctionne en bloqué-saturé.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

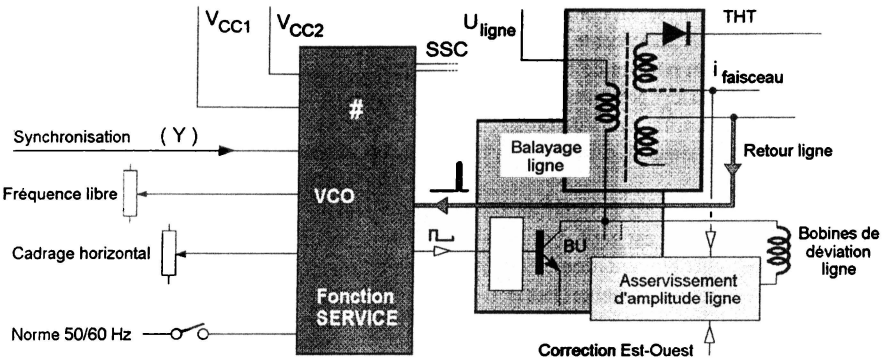


Fig. 18 : Agencement des circuits de puissance ligne et des circuits associés.

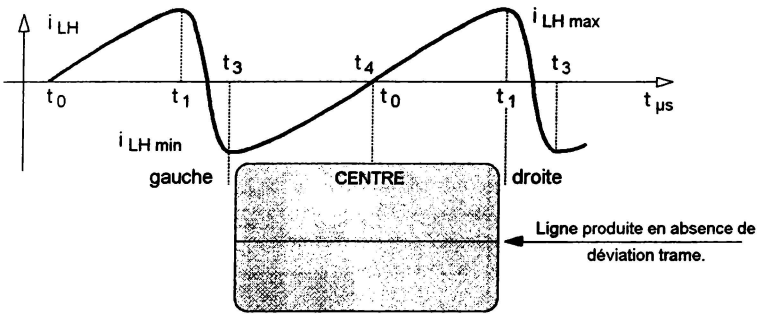


Fig. 19 : Caractéristiques du courant de déviation ligne.

La fréquence ligne est déterminée par l'oscillateur (PLL) interne à la fonction Service. L'oscillateur ligne (15 625 Hz) est asservi en phase par les tops ligne extraits à partir du signal vidéo composite.
L'amplitude ligne dépend de la tension U_{Cs} aux bornes du condensateur C_s, les autres caractéristiques du circuit étant invariantes. L'amplitude ligne est ajustable : c'est le rôle des circuits d'asservissement d'amplitude ligne.

La valeur moyenne du courant de déviation ligne est normalement nulle. Une composante continue permet de corriger une erreur de positionnement du bloc de déflexion lors de la fabrication de l'ensemble tube cathodique/déflecteur. Quand elle existe, la valeur moyenne du courant de déviation a une valeur faible comparée à la valeur de crête du courant de déviation.
Quand la valeur moyenne du courant de déviation ligne est trop importante, l'image est reproduite avec une erreur de cadrage horizontal (fig. 20).

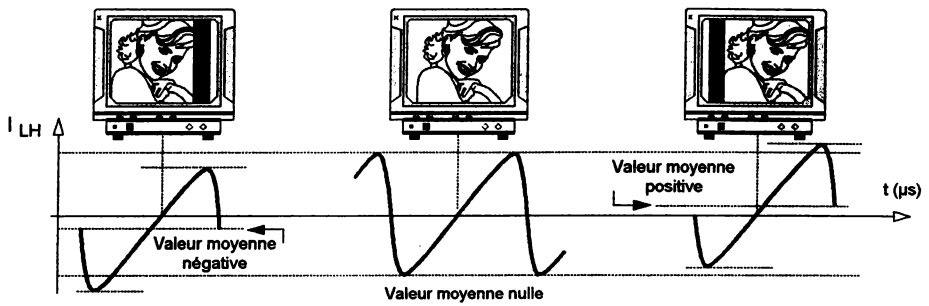


Fig. 20 : La valeur moyenne du courant de déviation ligne détermine le cadrage horizontal.

Balayage trame

Courant de déflexion trame et cadrage

Pendant l'aller trame, les bobines de déflexion trame sont caractérisées essentiellement par leur résistance r_D.

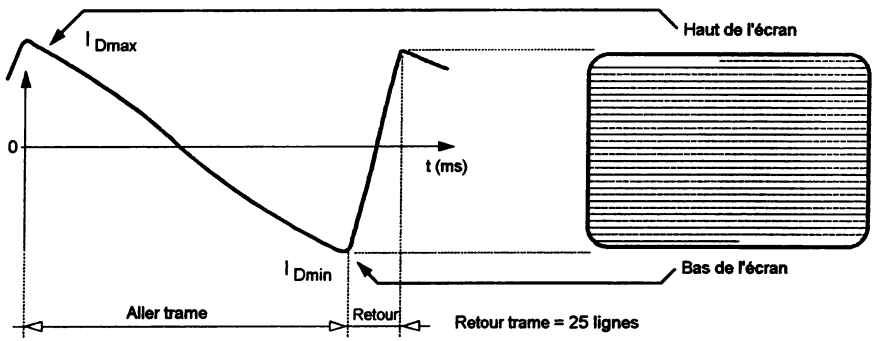


Fig. 21 : Caractéristiques du courant de déviation trame.

Pendant l'aller trame, en application de la loi d'Ohm, la variation de tension aux bornes du déflecteur trame est l'image de la variation de courant dans le déflecteur (fig. 21) :

- l'amplitude trame dépend de la valeur de crête de la tension aux bornes des bobines de déflexion trame,
- la valeur moyenne du courant de déviation trame est normalement nulle. Une composante continue permet de corriger une erreur de positionnement du bloc de déflexion lors de la fabrication de l'ensemble tube cathodique/déflecteur. Quand elle existe, la valeur moyenne du courant de déviation a une valeur faible comparée à la valeur de crête du courant de déviation.

Quand la valeur moyenne du courant de déviation trame est trop importante, l'image est reproduite avec une erreur de cadrage vertical (fig. 22).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

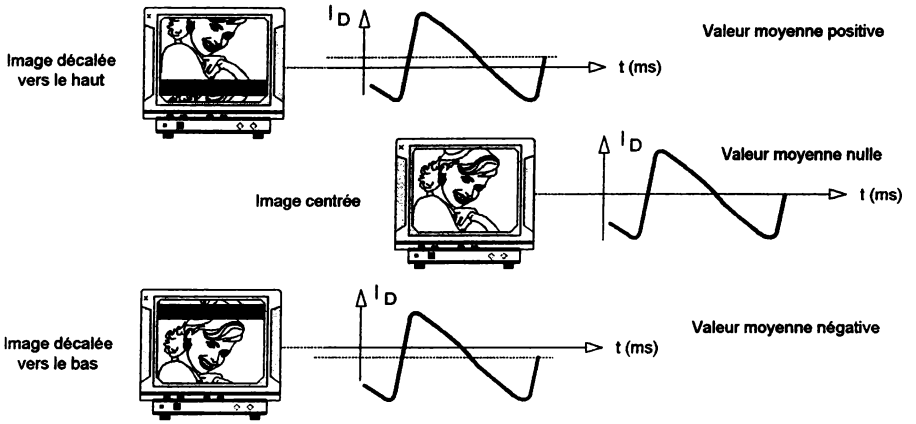


Fig. 22 : La valeur moyenne du courant de déviation trame détermine le cadrage vertical.

Une erreur de cadrage trame est due à la présence permanente d'une composante continue aux bornes des bobines de déflexion trame.

Balayage trame à amplificateur *linéaire*

Une tension continue aux bornes du déviateur peut être due à :

• un dysfonctionnement interne au circuit intégré. Le potentiel de sortie de l'amplificateur est, par exemple, égal à V_{cc} et permanent. Il circule alors un courant important et permanent du point A vers le point B. Il n'y a plus à proprement parler de balayage vertical.

• un courant de fuite important ou le court-circuit partiel d'un transistor. Il circule alors un courant important de A vers B si T_2 est saturé ou en court-circuit sur la masse (fig. 23). Si, au contraire, T_2 est en court-circuit sur l'alimentation V_{cc}, alors il circule un courant important de B vers A.

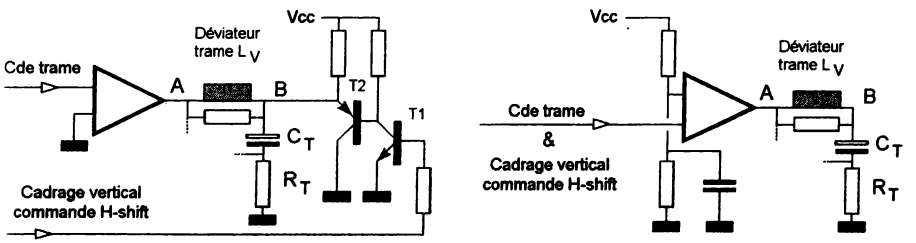


Fig. 23 : Circuits de puissance trame.

Suite aux dysfonctionnements évoqués, le balayage ligne fonctionnant, les lignes reproduites sont *au-dessus* ou *au-dessous* de l'écran. Si le courant de faisceau est relativement important, les électrons rebondissent à l'intérieur du tube cathodique et produisent une irisation de l'écran.

Quand le circuit de puissance trame utilise une structure à alimentation symétrique, un court-circuit interne au circuit intégré peut provoquer une montée ou une descente importante du potentiel au point A. Un courant important circule alors dans le déviateur. D'autre part, il est possible d'envisager un dysfonctionnement des circuits générant les tensions de commande de l'amplificateur intégré.
La composante continue constituant la commande de correction de cadrage est trop importante. Il faut alors vérifier le fonctionnement de la fonction service.
La tension de référence est erronée.

Balayage trame découpé à fréquence ligne

La structure type est celle étudiée dans le chapitre 5 « Balayage trame ». Une absence de commande du thyristor (ou le thyristor coupé) engendre une montée du potentiel au point A ; il en résulte un surbalayage important. Si au contraire, le thyristor (ou la diode en parallèle) est en court-circuit, le potentiel de A tombe à 0 V et il circule alors un courant inverse important dans le déviateur trame : les lignes reproduites sont *au-dessous* de l'écran. Dans les deux cas, si le courant de faisceau est relativement important, les électrons rebondissent à l'intérieur du tube cathodique et produisent une irisation de l'écran.

Circuit de sécurité trame

Le châssis considéré n'est pas équipé d'un circuit de sécurité en trame : un manque d'amplitude trame et une composante continue positive ou négative ne sont pas mesurés.

Si un circuit de sécurité équipe le châssis en dysfonctionnement, il est nécessaire d'évaluer les conséquences du déclenchement de la sécurité. Quand la fonction Service est réalisée sur la base d'une structure *numérique,* les circuits de sécurité informent la fonction Service du dysfonctionnement. La fonction Gestion lit les registres de la fonction Service numérique. La gestion, *via* un bus série synchrone, informe la fonction asservissement vidéo : un *mute* vidéo est réalisé (extinction des faisceaux, écran noir).

MISE EN ÉVIDENCE DU DYSFONCTIONNEMENT

Le défaut de cadrage en ligne ou en trame peut être dû à un défaut inhérent à la fonction Service quand celle-ci est réalisée sur la base d'un circuit numérique. Dans ce cas, les informations de cadrage ligne et trame (*H shift* et *V shift*) sont stockées dans la mémoire (EEPROM) de la fonction Gestion. Le défaut peut être mis en évidence en visualisant à l'oscilloscope les signaux issus de la fonction Service.

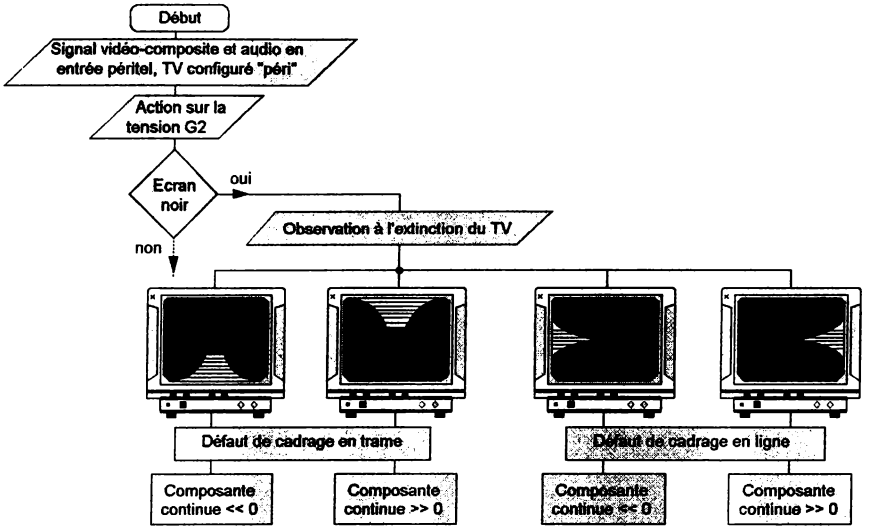
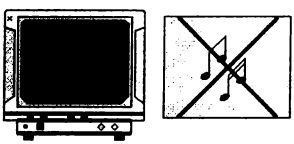


Fig. 24 : Mise en évidence du défaut de cadrage.

ÉTUDE N° 7

ÉCRAN NOIR, LED DE VEILLE ALLUMÉE



Constatation de fonctionnement

À la mise en marche par l'interrupteur marche/arrêt, la LED de façade indique un fonctionnement en mode veille.
L'écran est noir. Pas de son.
Après quelques instants, une commande de mise en marche (appel d'une chaîne, par exemple) est réalisée par la télécommande : le téléviseur reste en veille, mais la LED de façade clignote.
À l'extinction du téléviseur, par l'interrupteur marche/arrêt, l'écran reste noir.

ANALYSE DES PREMIÈRES CONSTATATIONS

Analyse de constatation

Le clignotement de la LED de façade indique que la Gestion fonctionne au moins partiellement : la demande de *sortie de veille* est interprétée.
Les signaux de service de la fonction Gestion sont réalisés : alimentation 5 V, masse, horloge, *reset.*
L'alimentation 5V nécessaire au fonctionnement de la gestion est présente : l'alimentation principale fonctionne au moins partiellement.

Il est nécessaire d'étudier les conditions nécessaires à la sortie de veille du téléviseur.

Fonction active en veille

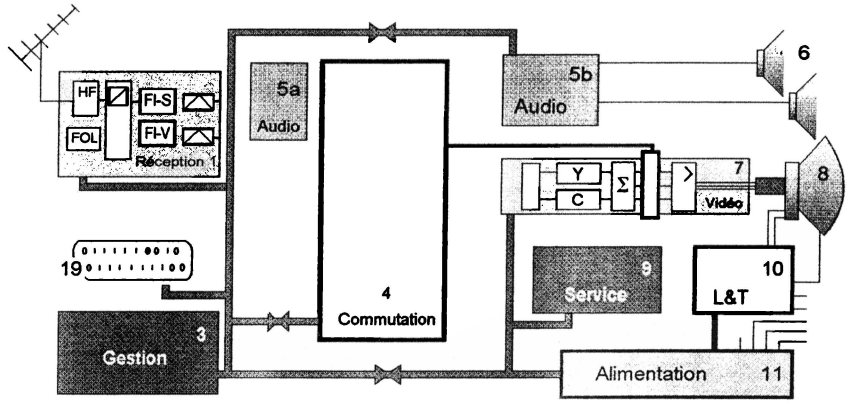


Fig. 25 : Organisation fonctionnelle partielle du téléviseur : seule la gestion reste totalement active en veille.

ÉTUDE THÉORIQUE

Classification des alimentations à découpage

Alimentation principale	***fly-back*, auto-oscillante ou *fly-back* à oscillateur**	***fly-back*, synchrone**	***forward*, auto-oscillante sans régulation**
fonctionnement en veille	L'alimentation fonctionne en sous régime. La régulation secondaire fonctionne.	L'alimentation fonctionne en sous régime à partir d'un oscillateur auxiliaire. Une régulation primaire fonctionne.	L'alimentation fonctionne normalement.
	Alim. auto-oscillante : la régulation, au secondaire, est configurée en mode veille.		La régulation de Uligne est faite au niveau de la fonction Service.

En fonction du type de l'alimentation à découpage utilisée, on étudie le processus de démarrage des fonctions du téléviseur.

Alimentation de type fly-back *auto-oscillante*

Lors de la sortie de veille, la fonction Gestion agit sur le circuit de régulation (modification de la grandeur de référence par exemple, fig. 26). L'alimentation passe alors en régime de fonctionnement normal : les tensions secondaires *montent* jusqu'à atteindre leurs valeurs nominales.

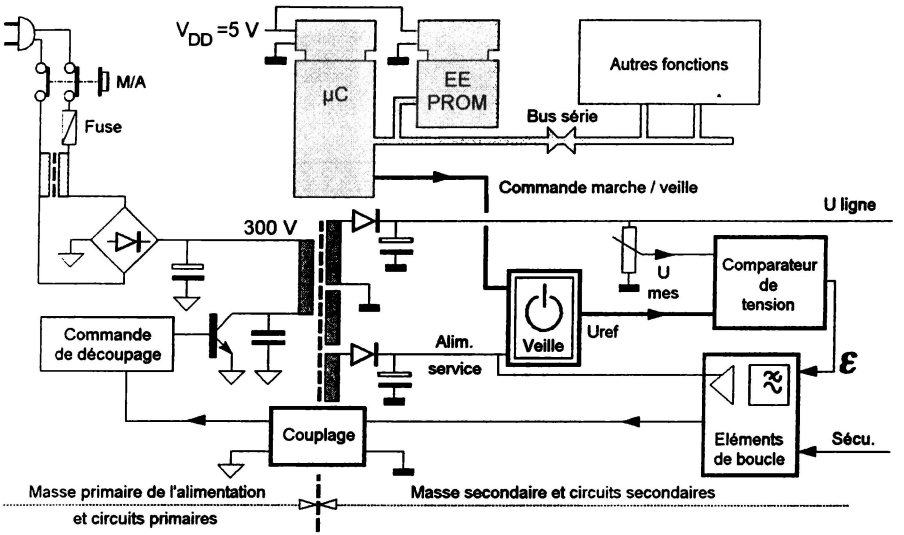


Fig. 26 : En veille, l'alimentation fonctionne en sous régime.

Les grandeurs *Umes* et *Uref* en entrée du comparateur de tensions permettent l'élaboration d'une tension d'erreur. Le comparateur de tensions, les éléments de boucle et le circuit de couplage constituent les éléments de la chaîne de régulation.

Le démarrage des fonctions s'effectue dans l'ordre suivant :
- la Gestion donne l'ordre de sortie de veille à l'interface. La tension de référence (dans l'exemple) est libérée. La tension d'erreur augmente. Le rapport cyclique de découpage est modifié : la durée de la phase d'accumulation est augmentée,
- à chaque cycle de découpage, l'énergie transférée augmente. Les tensions sur les secondaires de l'alimentation principale montent,
- la fonction Service génère les commandes ligne et trame,
- le balayage ligne démarre. Les tensions sur les secondaires du transformateur ligne montent. Les canons du tube cathodique sont polarisés,
- le filament est alimenté,
- le circuit de puissance trame et le balayage trame démarrent,
- la syntonisation est réalisée,
- les cathodes des canons sont chaudes : les courants de faisceau allument l'écran.

Alimentation de type fly-back *à oscillateur intégré*

La structure interne de la commande de découpage détermine deux types de comportement de l'alimentation :

• la structure interne de la commande de découpage comporte un circuit de régulation primaire : l'alimentation peut fonctionner en mode veille (fig. 27),
• la structure interne de la commande de découpage ne comporte pas de circuit de régulation primaire : l'alimentation ne peut pas fonctionner en mode veille. Une alimentation indépendante doit être prévue pour fournir la tension 5 V à la fonction gestion.

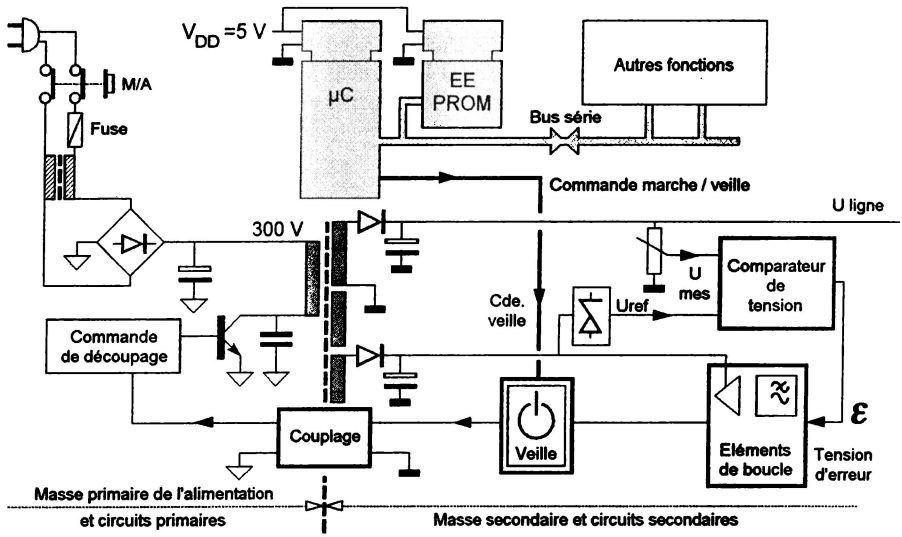


Fig. 27 : Modification de la boucle d'asservissement secondaire en veille.

Variante de la commande de sortie de veille de l'alimentation à oscillateur intégré

On part du principe qu'en mode veille, l'alimentation principale fonctionne normalement. Le mode veille est obtenu en coupant l'alimentation de la fonction Service du téléviseur (fig. 28).

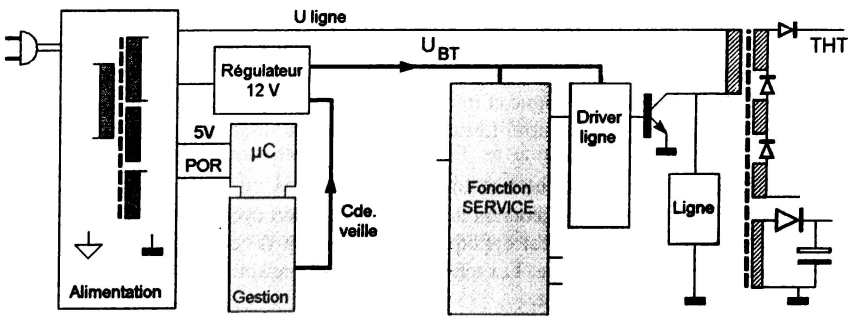


Fig. 28 : La mise en veille du téléviseur est obtenue quand U_{BT} = 0 V.

Lors de la sortie de veille, la fonction Gestion libère la basse tension d'alimentation (souvent 12 V) des fonctions Service et Balayage du téléviseur.

Alimentation de type fly-back *synchrone*

Pour fonctionner, le circuit de régulation secondaire (régime nominal de fonctionnement de l'alimentation) utilise les impulsions de retour ligne (fig. 29). En veille, ces impulsions n'existent pas. Cette alimentation utilise un oscillateur auxiliaire et un circuit de régulation primaire. Les tensions secondaires sont réduites (sauf le 5 V de la fonction Gestion).

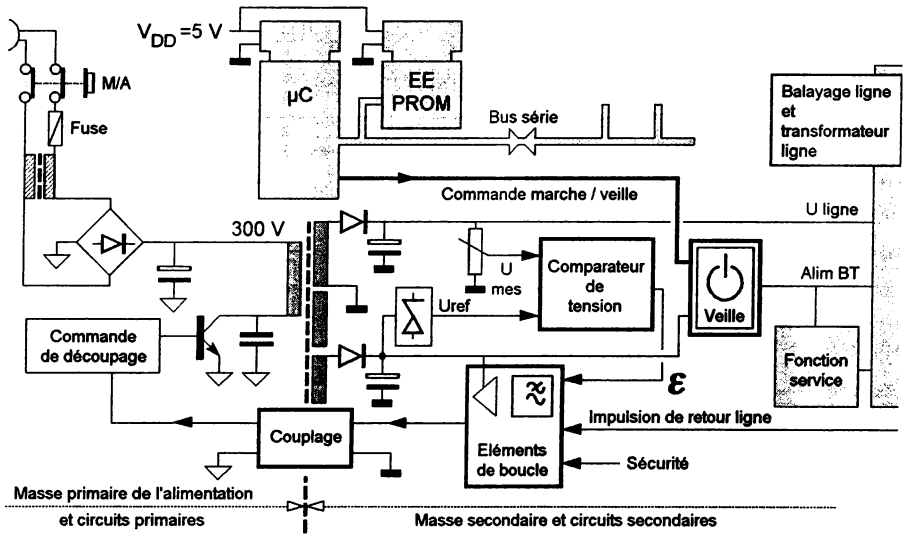


Fig. 29 : La mise en veille est obtenue quand Alim.BT = 0 V.

Le démarrage des fonctions s'effectue dans l'ordre suivant :

- la Gestion donne l'ordre de sortie de veille à l'interface. La tension d'alimentation de la fonction Service est libérée. La fonction Service génère les commandes ligne et trame,
- le balayage ligne démarre. Les tensions sur les secondaires du transformateur ligne montent,
- la tension d'erreur ε issue du comparateur est validée. Les circuits repérés *éléments de boucle* génèrent une tension à rapport cyclique variable (PWM). Cette tension est appliquée, *via* le circuit de couplage, à la commande de découpage. Les tensions sur les secondaires de l'alimentation principale montent,
- le circuit de puissance trame et le balayage trame démarrent.

Variante de la commande de sortie de veille de l'alimentation synchrone

On remarque que dans toutes les structures, les circuits de la boucle de régulation requièrent une alimentation (cette alimentation est appelée *alimentation de service* dans le cours). Ce dernier schéma (fig. 30) montre qu'en rétablissant l'alimentation de service secondaire, la régulation secondaire est validée et l'alimentation à découpage sort du mode de fonctionnement en veille.

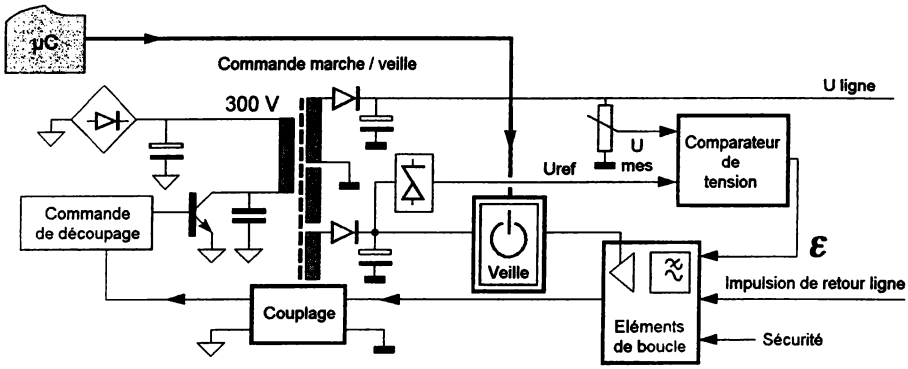


Fig. 30.

Remarque : dysfonctionnement d'un circuit de sécurité

Considérons les alimentations dont les circuits de boucle de régulation (*éléments de boucle*) sont équipés d'une entrée sécurité.

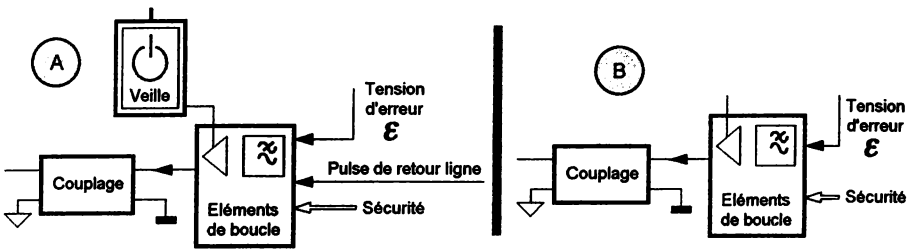


Fig. 31 : Conséquence d'un défaut sur l'entrée sécurité.

Si un circuit de sécurité est défectueux, la commande de sécurité peut présenter un niveau actif en entrée des circuits *éléments de boucle* (fig. 31). Dans ce cas, la tension de régulation nécessaire au circuit de commande du transistor de découpage n'est pas validée. L'alimentation continue de fonctionner en mode veille.

RECHERCHE DES CAUSES DU DYSFONCTIONNEMENT

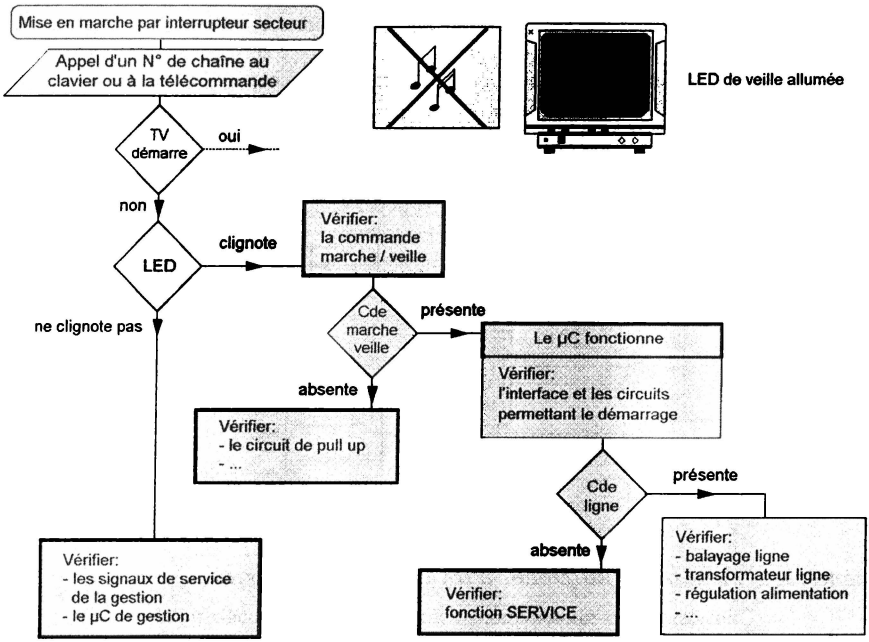
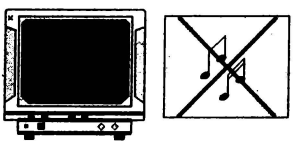


Fig. 32 : Observations et mesures permettant de déterminer la fonction du téléviseur en défaut.

ÉTUDE N° 8

ÉCRAN NOIR, LED DE VEILLE ÉTEINTE



Constatation de fonctionnement

Rien ne se produit suite à une action sur l'interrupteur marche/arrêt.
L'écran est noir. Pas de son.
La LED de façade est éteinte.

ANALYSE DES PREMIÈRES CONSTATATIONS

Analyse de constatation

L'alimentation 5 V nécessaire au fonctionnement de la gestion est absente : la LED de façade n'est pas alimentée
L'alimentation principale ne fonctionne pas.

ÉTUDE THÉORIQUE ET DÉTERMINATION DES POINTS DE MESURE

Évaluation des causes du dysfonctionnement

Les causes de non fonctionnement de l'alimentation principale peuvent être :

- internes à l'alimentation principale (coupure d'un fusible, court-circuit dans un semi-conducteur, défaillance du circuit de régulation, rupture d'isolement dans le transformateur, etc.),
- externes à l'alimentation principale (surcharge intempestive, court-circuit sur la sortie Uligne ou sur une autre sortie, baisse excessive et brutale ou montée de la tension secteur, etc.).

Quand un dysfonctionnement provoque la rupture de l'alimentation principale, il peut arriver qu'il faille mettre en cause les circuits de sécurité propres à l'alimentation.

Circuit primaire 300 V et sécurité

ATTENTION Avant de procéder à une mesure ou au remplacement d'un composant (transistor de découpage, par exemple), s'assurer que le condensateur de filtrage C de la tension 300 V ne conserve pas de charge résiduelle !

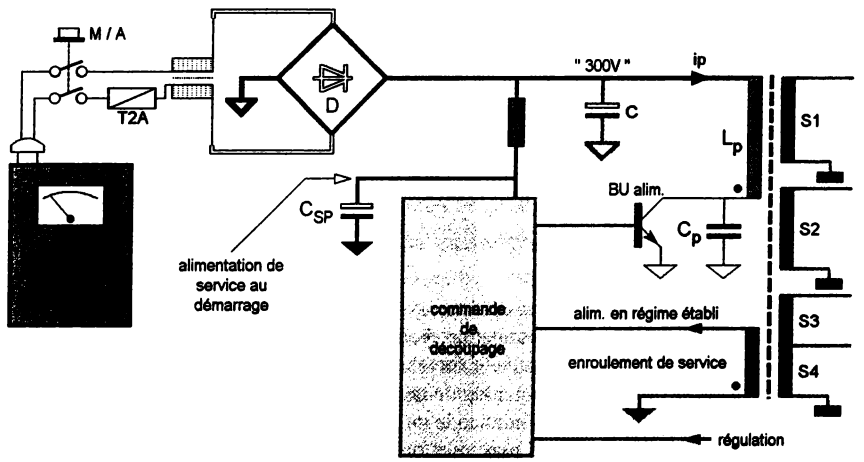


Fig. 33 : Identifier les composants du circuit primaire et respecter les conditions de sécurité.

Quand l'alimentation principale ne fonctionne plus, il est nécessaire de vérifier l'état des éléments constituant le circuit primaire. En premier lieu, observer l'aspect des composants de puissance (fusible, pont de diodes, condensateur C, transistor).

Un soin tout particulier est exigé lors du remplacement de l'interrupteur ou du fusible (la responsabilité du technicien est engagée lorsqu'on procède au remplacement des éléments de sécurité !).
Un essai *très basse tension* permet de vérifier rapidement l'état du circuit primaire.

Pour cela :
• s'assurer que le condensateur de filtrage C est déchargé (fig. 33),
• connecter une alimentation 5 V sur la prise secteur du téléviseur et fermer l'interrupteur marche/arrêt,
• au voltmètre ou à l'oscilloscope, mesurer la tension sur le condensateur de filtrage *300V* repéré C, puis mesurer la tension présente sur le collecteur du transistor de découpage (*BU*). Les mesures sont faites par rapport à la masse primaire :
  – la tension mesurée sur le condensateur C doit être légèrement inférieure à 4 V (la chute de tension étant essentiellement due à la tension de seuil des diodes),
  – la tension mesurée sur le collecteur du BU est légèrement inférieure à 4 V : au repos, le transistor doit être bloqué (circuit ouvert). Quand la tension mesurée sur le collecteur est pratiquement nulle, cette mesure met en évidence un court-circuit du BU. Attention à ne pas confondre avec un primaire de transformateur coupé (ce qui est rare) ou une coupure de piste (mauvaise soudure),
• au voltmètre ou à l'oscilloscope, vérifier qu'une tension s'établit sur le condensateur de l'alimentation de service au primaire C_{SP}.

REMARQUE Les mesures réalisées dans cette configuration ne permettent pas de vérifier la qualité des condensateurs (sauf si l'un d'entre eux est en court-circuit).

Comportement des circuits primaires et du transformateur

Alimentation auto-oscillante

Le but de la manipulation est de s'assurer du fonctionnement en oscillateur du primaire de l'alimentation. Pour cela, on conserve l'alimentation 5 V branchée à la prise secteur du téléviseur.
Quand le circuit de commande de découpage utilise un circuit intégré, dessouder la broche de commande du BU (point A sur le schéma).
Polariser la base du BU : pour cela, on utilise une résistance *R* de 4,7 kΩ à 10 kΩ, 1/8 W (fig. 34).
Visualiser à l'oscilloscope la tension présente sur le collecteur du BU (par rapport à la masse primaire).
Fermer l'interrupteur marche/arrêt et éventuellement, augmenter un peu la tension de l'alimentation au-delà de 5 V. Le circuit doit entrer en oscillation.

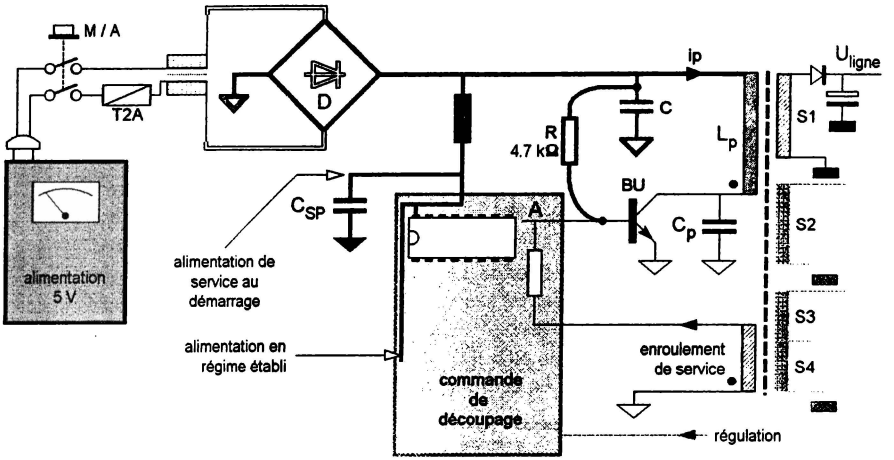


Fig. 34 : Configuration du cricuit primaire pour essai en très basse tension.

Quand la tension sinusoïdale est produite :

- contrôler sa fréquence : l'inductance équivalente ramenée au primaire du transformateur L_p est accordée par C_p sur une fréquence généralement supérieure à 70 kHz. On peut vérifier qu'il n'y a pas de coupure dans le circuit constituant l'impédance de fermeture de l'enroulement primaire,
- vérifier la forme d'onde : la tension doit être parfaitement sinusoïdale. Une déformation est représentative d'un amortissement pouvant être dû à :
  - l'existence d'un courant de fuite dans une des diodes branchées sur les secondaires,
  - un défaut d'isolement interne d'un des condensateurs montés en parallèle sur les diodes branchées sur les secondaires,
  - un défaut dans le transformateur.

Le fonctionnement en oscillateur du circuit primaire atteste de la continuité du circuit de réaction et du fonctionnement du transistor de découpage (BU). Quand on augmente progressivement la tension de l'alimentation jusqu'à une trentaine de volts, le transistor passe progressivement à un régime de fonctionnement non linéaire.

Il est alors possible de mettre en évidence le fonctionnement de la cellule de déstockage.

Les tensions produites sur les secondaires dépassant les tensions de seuil des diodes, il est possible de mettre en évidence l'existence d'un court-circuit : la tension produite sur les condensateurs de filtrage est nulle et on observe une déformation de l'alternance positive de l'onde produite sur le collecteur du BU.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

REMARQUE La tension présente sur le secondaire produisant Uligne dépasse 100 V quand la tension de l'alimentation atteint 30 V !

Quand la tension sinusoïdale n'est pas produite :

- vérifier la polarisation du transistor de découpage (BU). Le remplacer si nécessaire,
- la tension de réaction produite sur l'enroulement secondaire est trop faible et ne permet pas d'entretenir l'oscillation. Cette situation est caractéristique d'un court-circuit (diode en court-circuit par exemple) sur un enroulement secondaire. Dessouder successivement les diodes de redressement câblées sur les secondaires du transformateur,
- si l'oscillation ne se produit toujours pas, vérifier la continuité électrique et les éléments du circuit de réaction,
- enfin, on peut mettre en cause le transformateur lui-même.

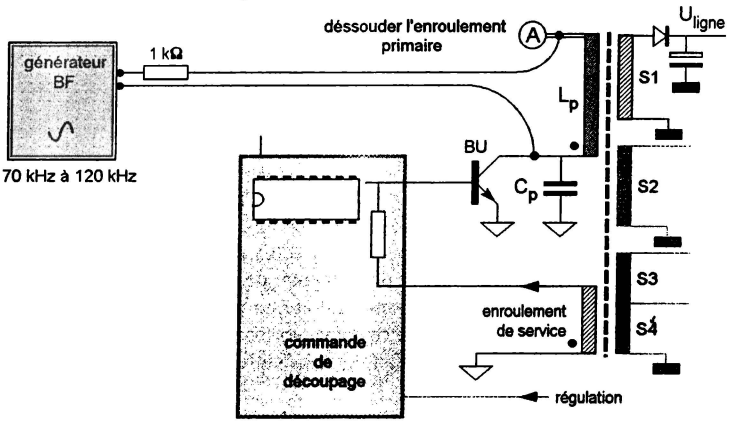


Fig. 35 : Vérification du comportement du transformateur et circuits secondaires.

Débrancher le primaire du transformateur (par exemple au point A sur le schéma de la figure 35). Avec un générateur BF, injecter une tension alternative sinusoïdale d'une fréquence de l'ordre de 70 kHz à 120 kHz (cette fréquence doit correspondre à la fréquence de découpage). À l'oscilloscope, vérifier les tensions obtenues sur les secondaires.

Exemple : modifications sur alimentation type GR2 :

- dessouder la broche 6 du CNR50 (fig. 36). Câbler ensuite la résistance de polarisation de base du transistor de découpage. Brancher l'alimentation 5 V (on peut augmenter la tension jusqu'à une dizaine de volts),
- fermer l'interrupteur marche/arrêt. L'oscillation doit démarrer.

REMARQUE Un court-circuit sur la bobine *Lb* doit se traduire par une légère variation de l'amplitude de l'oscillation. Le fonctionnement du CNR50 n'est pas testé.

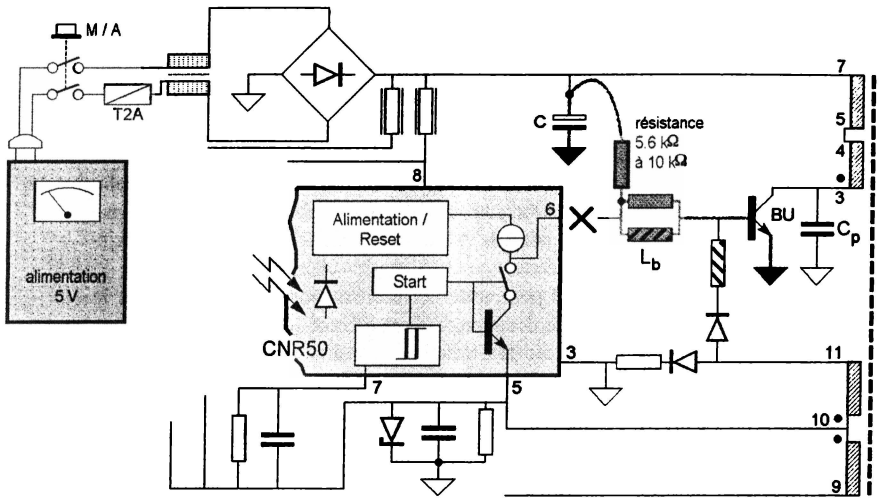


Fig. 36 : Configuration du primaire de l'alimentation GR2 (PHILIPS) pour essai en très basse tension.

Alimentation non auto-oscillante

L'alimentation principale comporte un oscillateur (interne au circuit de commande de découpage) ou un oscillateur de démarrage (alimentation synchrone).

Quand il n'existe pas de manipulation simple permettant de mettre en évidence le fonctionnement de l'oscillateur

Il est encore possible d'exciter le primaire du transformateur avec la tension fournie par le générateur BF (fig. 37). Il faut toujours s'assurer que le condensateur de filtrage du 300 V est déchargé : pour cela, on peut câbler une résistance en parallèle d'une valeur de 470 Ω à 1 kΩ, 1/8 W.

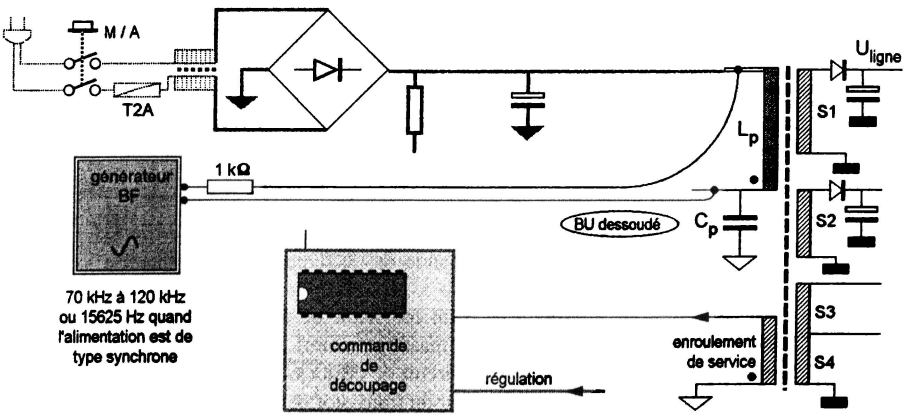


Fig. 37 : Vérification du transformateur et circuits associés.

On peut alors mesurer les tensions présentes en sortie de chaque secondaire et en déduire le comportement du circuit associé. En particulier, vérifier le comportement de l'enroulement de service et des circuits associés.

Quand un essai est possible à partir d'une très basse tension

Le but de la manipulation est de s'assurer du fonctionnement de l'oscillateur de démarrage de l'alimentation (alimentation synchrone). Pour cela, on branche une alimentation au primaire (alimentation branchée à la prise secteur du téléviseur) égale à la valeur nominale de l'alimentation du circuit de commande de découpage (14 V sur le schéma de la figure 38).

La résistance de 100 Ω permet de mesurer le courant consommé par le circuit de commande de découpage. Considérant que la puissance dissipée dans un tel circuit est de l'ordre d'une centaine de milliwatt, il doit circuler un courant de 8 à 10 mA. La mesure de la chute de tension aux bornes de la résistance de 100 Ω permet de calculer le courant consommé par le circuit et de s'assurer qu'il n'y a pas de coupure ou de court-circuit.

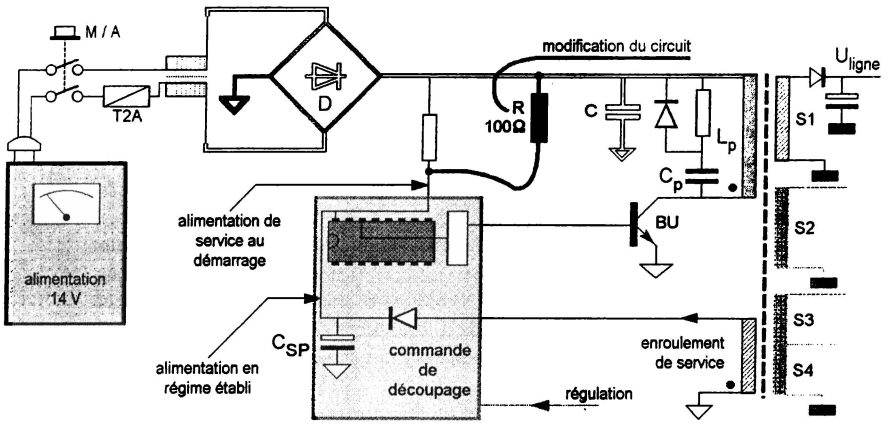


Fig. 38 : Configuration du circuit primaire pour démarrage en très basse tension.

REMARQUE Le circuit de commande de découpage comporte certainement un circuit de sécurité primaire qu'il faut inhiber.

L'oscillateur de démarrage ou de veille doit fonctionner. On vérifie le comportement du circuit de commande de découpage en visualisant à l'oscilloscope :

- la tension présente sur la base du transistor de découpage BU (les mesures sont faites par rapport à la masse primaire). Mettre en évidence et contrôler le fonctionnement du circuit de déstockage,
- la tension présente sur le collecteur du transistor de découpage BU (les mesures sont faites par rapport à la masse primaire). Mesurer la fré-

quence de *découpage*. Quand l'alimentation est de type synchrone, la fréquence doit se situer autour de 16 kHz (15 625 Hz). La fréquence de découpage est fixée par l'oscillateur,

• la tension présente sur l'enroulement de service et composants associés (les mesures sont faites par rapport à la masse primaire). On doit pouvoir mettre en évidence le fonctionnement de l'alimentation en régime établi (alimentation de service du circuit primaire) et l'existence de l'information de fin de la phase de transfert (*démagnétisation*).

On vérifie ensuite le comportement des circuits secondaires en visualisant à l'oscilloscope :

• la tension présente sur chaque enroulement secondaire,

• la tension présente sur les condensateurs de filtrage des circuits secondaires. On cherche à vérifier qu'il n'y a pas de court-circuit franc sur les alimentations produites par les secondaires.

Exemple : modifications sur alimentation synchrone, type ICC7

Outre la résistance de 100 Ω permettant d'alimenter le TEA 2261 et de mesurer sa consommation, il faut court-circuiter la jonction base-émetteur du transistor TP20 de façon à inhiber la sécurité primaire (fig. 39). Quand le circuit oscillateur interne au TEA2261 fonctionne, le transistor BU est commandé. Une tension est normalement induite sur les secondaires (quand il n'y a pas un secondaire en court-circuit). Entre autres mesures, vérifier que les tensions de service sont produites et en particulier la tension broche 1 informant le TEA2261 de la démagnétisation (fin de transfert, phase 4 du découpage).

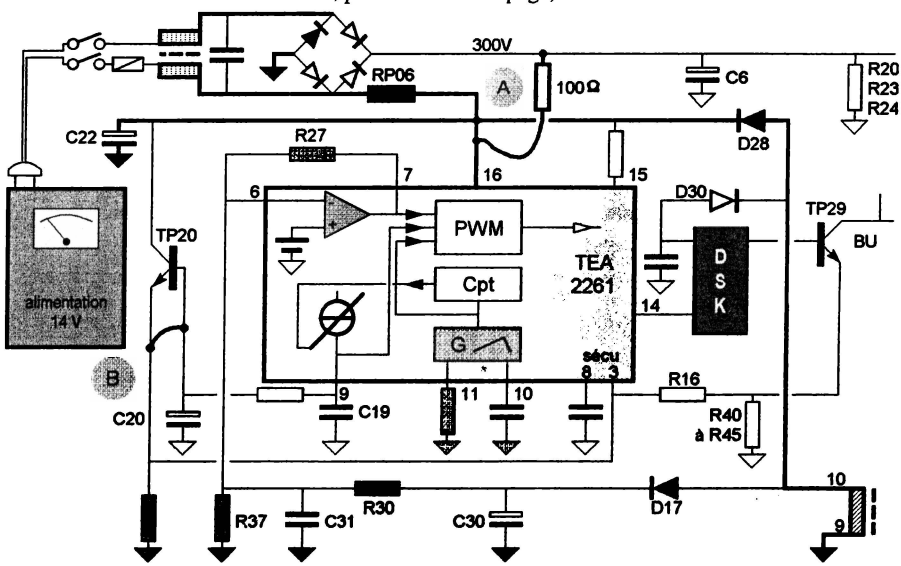


Fig. 39 : Alimentation ICC7 (THOMSON) configurée très basse tension.

REDÉMARRAGE DE L'ALIMENTATION PRINCIPALE

Avant de redémarrer l'alimentation, s'assurer qu'aucun court-circuit ne subsiste sur un circuit secondaire : outre les moyens classiques de recherche, on peut toujours utiliser une basse tension (quelques volts) produite sur un secondaire et l'appliquer sur les autres secondaires de façon à mettre en évidence un court-circuit, la mesure étant faite à l'oscilloscope.
Lors des mesures, il faut faire attention à ne pas confondre masse primaire et masse secondaire.
Dans un but de simplification, les études suivantes sont traitées à partir d'une structure type, sans préjuger des causes de défaillances, quand elles peuvent exister.

Alimentation fly-back, *auto-oscillante ; étude appliquée au GR2*

Préalablement à toute manipulation, reconfigurer l'alimentation (enlever les modifications réalisées pour les essais très basse tension).
La lecture du schéma du châssis GR2 (fig. 40) montre que la mise en veille du téléviseur est réalisée par le circuit secondaire de l'alimentation.

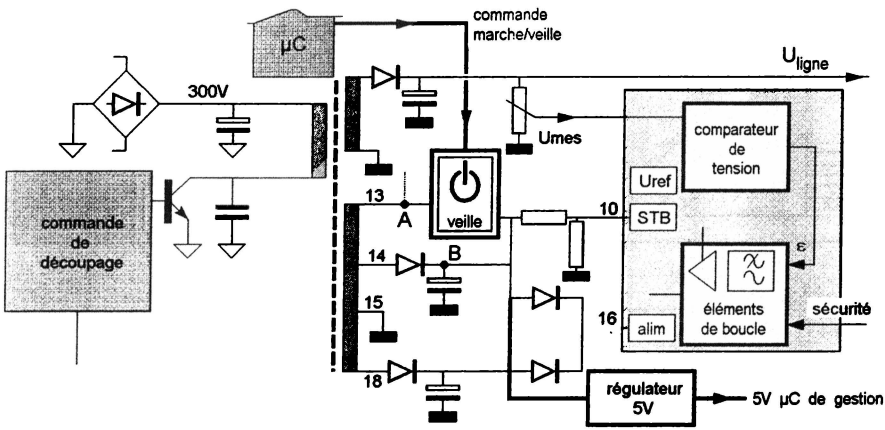


Fig. 40 : Schéma partiel de l'alimentation GR2 (PHILIPS).

La tension d'alimentation (broche 16) du TDA8385 doit être comprise entre 7,5 V et 20 V. En fonctionnement normal, cette alimentation est fournie par le secondaire {15,18}. En veille, les tensions, produites sur les secondaires, *tombent*. L'alimentation du TDA8385 est alors fournie par le secondaire {15,13}.
Lors de la montée des alimentations, il est possible de démarrer le fonctionnement du TDA8385 alors que la tension secteur n'a pas atteint sa valeur nominale :

• un alternostat (autotransformateur réglable) est branché sur la prise secteur,
• le circuit intégré TDA8385 est alimenté à partir de l'enroulement secondaire {15,13} en câblant une diode de redressement rapide type BDY332 entre les points A et B de la figure précédente (anode vers le point 13 du secondaire),
• un voltmètre mesure la tension d'alimentation de la broche 10 du TDA8385 : la tension doit rester inférieure à 2 V de façon à ne pas configurer le circuit en mode veille. Augmenter la tension fournie par l'alternostat jusqu'à ce que la tension broche 10 atteigne une valeur comprise entre 1,5 V et 1,9 V.

À l'oscilloscope, les mesures suivantes sont faites par rapport à la masse primaire :
• visualiser le tension présente sur le collecteur du transistor de découpage (BU),
• le transistor doit fonctionner en mode découpage. Vérifier qu'une action sur le potentiomètre 363 (Umes) modifie le découpage. On peut alors en conclure que la boucle de régulation fonctionne et en particulier que l'optocoupleur est commandé. Vérifier la fréquence de découpage,
• visualiser la tension de commande du transistor de découpage.

Augmenter ensuite la tension appliquée sur la prise secteur (alternostat) jusqu'à ce que la tension mesurée broche 10 du TDA8385 atteigne et dépasse légèrement 2 V. Le mode de fonctionnement en veille (STB) doit être enclenché : des salves de découpage sont produites. La fonction STB interne au TDA8385 assure la surveillance des tensions produites.
Avant de faire redémarrer l'alimentation sur le secteur, s'assurer de sa remise en conformité (supprimer les modifications mises en œuvre pour les essais).

Alimentation fly-back *à commande intégrée asynchrone*

En général, il n'est pas simple de pouvoir faire démarrer ce type d'alimentation en très basse tension, ces alimentations étant équipées de circuits ne permettant pas le fonctionnement en sous-tension.
Après les vérifications d'usage, on débranche les circuits de charge de l'alimentation. Une ampoule de 60 à 100 W, 220 V est branchée sur le circuit secondaire produisant Uligne. L'alimentation se trouve ainsi *chargée* et doit pouvoir fonctionner normalement.

Alimentation fly-back *à commande intégrée synchrone ; étude appliquée au châssis ICC7*

On cherche à faire fonctionner l'alimentation en veille, alors que les autres fonctions du téléviseur sont activées.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Pour cela, il faut :
• ouvrir la boucle de régulation secondaire,
• activer la commande de sortie de veille issue du microcontrôleur de gestion ou forcer TR16 à la saturation en câblant une résistance de 2,7 kΩ entre son émetteur et la masse secondaire. TR18 entre en conduction et alimente, en broche 40, la fonction Service (oscillateurs ligne et trame internes au circuit intégré TA8659).

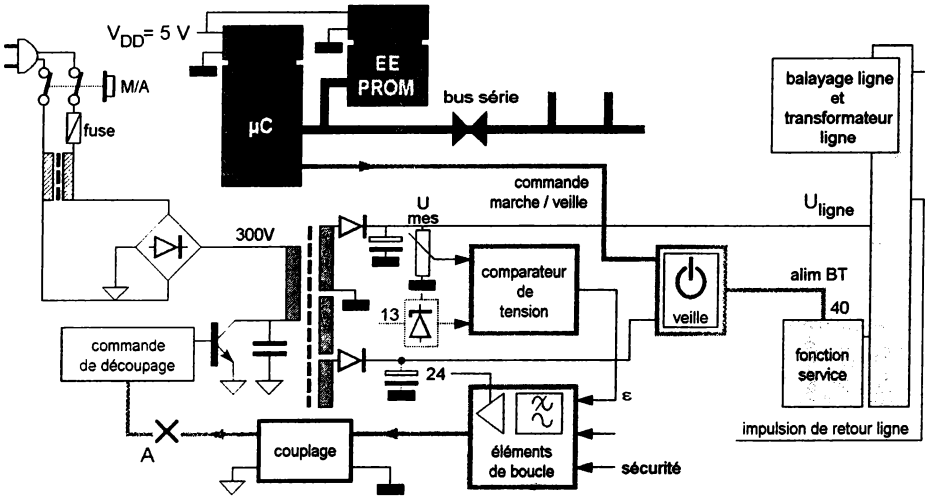


Fig. 41 : Ouverture de la boucle de régulation.

En fonctionnement, une image réduite apparaît à l'écran. Il peut être nécessaire d'agir sur le réglage de la tension de G_2 pour mettre en évidence le fonctionnement. La consommation augmente et peut enclencher la sécurité primaire. Pour éviter cet inconvénient, il est possible de court-circuiter la jonction base-émetteur de TP20.

Quand on ouvre la boucle de régulation en A (fig. 41), l'information de commande de découpage en régime établi n'est plus transmise. L'alimentation démarre avec l'oscillateur de veille. Dans ce cas précis, on note que les alimentations secondaires existent, les tensions produites étant très inférieures aux valeurs nominales. La gestion fonctionne. Un appel de numéro de chaîne doit permettre de faire démarrer le balayage ligne.

Vérifier à l'oscilloscope, par rapport à la masse secondaire (fig. 42) :
• la présence d'une tension continue sur CP55 : cette tension atteste de la présence de l'alimentation (UL3 inférieure à 13 V dans cette configuration) du circuit de référence de tension en régime de fonctionnement

normal. On vérifie en même temps qu'il n'y a pas de court-circuit ou de coupure de DP55 et DP54. On vérifie aussi qu'il n'y a pas de court-circuit sur les circuits secondaires produisant U2 (alimentation télétexte) et sur UA (alimentation des circuits de puissance son),

• la présence des impulsions de retour ligne différenciées en entrée des éléments de boucle, sur la base du transistor TP54,

• le fonctionnement des éléments de la boucle de régulation. La mesure est faite sur le collecteur de TP69. Une action sur le réglage de la tension G2 fait varier la consommation.

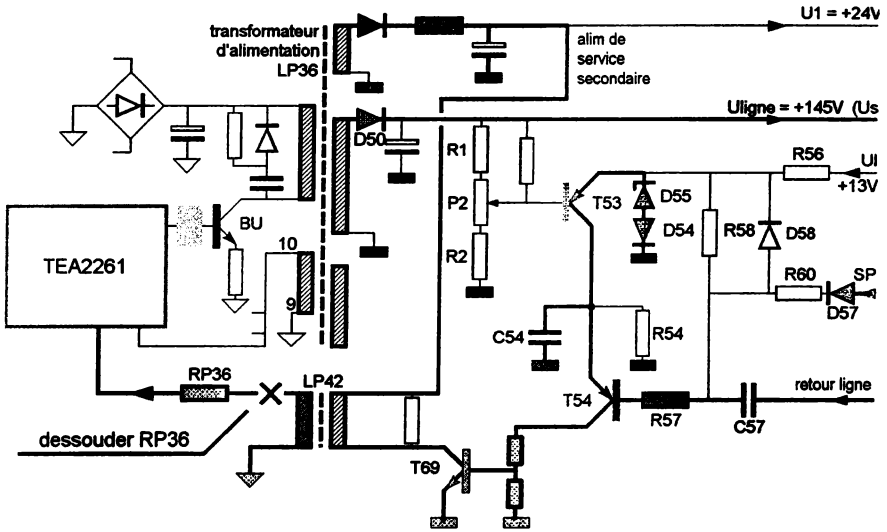


Fig. 42 : Schéma de la régulation de l'alimentation ICC7 (THOMSON).

Cas particulier des châssis monotransfo ; étude appliquée à l'EURO-DIGI (NOKIA)

On cherche à faire fonctionner l'alimentation en veille, les autres fonctions du téléviseur n'étant pas totalement activées.

Pour cela, il faut :

• éviter la montée en tension sur les enroulements secondaires constituant le transformateur ligne. On court-circuite l'émetteur et le collecteur du BU ligne (fig. 43). Si une coupure de circuit est à craindre, court-circuiter directement l'enroulement {14 ; 15} en mettant le point 14 à la masse secondaire. Cet enroulement est accordé et constitue avec le transistor BU ligne une alimentation à découpage auxiliaire. Il permet de générer les impulsions permettant d'obtenir les tensions secondaires du transformateur ligne,

• brancher la prise secteur et fermer l'interrupteur marche/arrêt.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Une mesure à l'oscilloscope sur la broche 5 de l'IPSALO (mesure faite par rapport à la masse primaire) nous permet de vérifier que les impulsions de retour nécessaires à l'asservissement et à la commande de découpage sont absentes.
Le module IPSALO est configuré en mode veille. La fréquence de découpage est de l'ordre de 27 kHz ; la mesure peut être faite sur la sortie broche 18 (commande de découpage).
Quand les tensions nécessaires au fonctionnement de l'IPSALO (alimentation broche 10 > 2 V ; tension de régulation en veille broche 11 > 7,5 V, tension du filtre de boucle broche 1 > 4 V) sont trop faibles et ne permettent pas le découpage, il faut chercher à mettre en évidence une surcharge sur l'un des enroulements secondaires couplés serrés avec l'enroulement primaire :
• enroulements {20 ; 21} et {20 ; 19} permettant d'alimenter la voie son. (*cf.* le schéma donné dans le chapitre Alimentation à découpage),
• défaut d'isolement dans le transformateur.

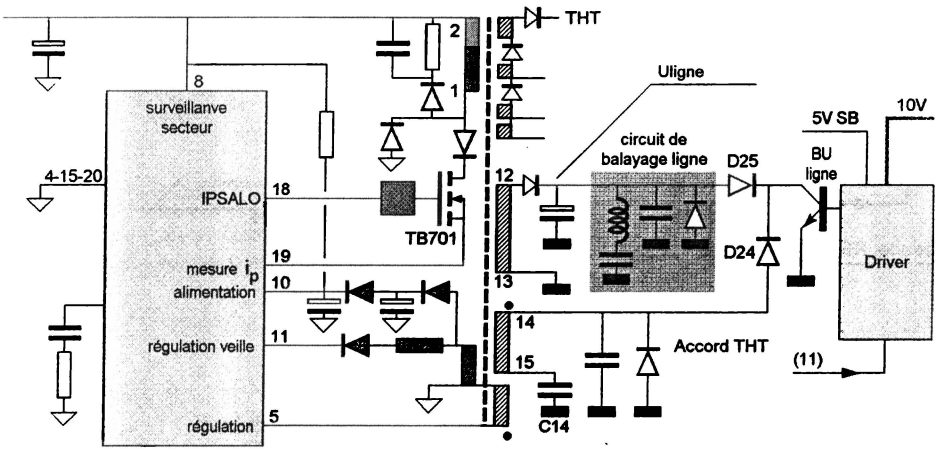


Fig. 43 : Alimentation « monotransformateur » EURO-DIGI (NOKIA).

Vérifier la continuité et l'état des circuits primaires. Enfin, si nécessaire, il faut remplacer l'IPSALO.

Quand le circuit fonctionne en mode veille, enlever le court-circuit sur le point 14 du transformateur (ou sur le BU ligne). Contrôler le BU ligne et les diodes d'isolement D24 et D25. Si un dysfonctionnement subsiste (le téléviseur refuse de sortir de veille), on peut isoler le circuit de balayage ligne.

Dans ces conditions, l'enroulement {12 ; 13} du *transformateur ligne* ne sera plus chargé.

Dessouder les diodes repérées D25 et la diode D produisant la tension U ligne sur le schéma de la figure 44. Le balayage ligne ne fonctionne plus, le condensateur de correction de *S* n'est plus chargé. Le transistor TB571 se sature et informe le DPU. Il y a mise en sécurité du tube : écran noir. Cette sécurité doit être maintenue. Il est cependant possible de vérifier les tensions produites sur les autres enroulements du transformateur ligne.

En particulier, vérifier à l'oscilloscope, par rapport à la masse primaire, l'existence de l'impulsion de retour normalement présente sur l'enroulement {4 ; 6}.

L'enroulement {4 ; 6} est couplé serré :

- avec l'enroulement {14 ; 15} accordé sur la fréquence ligne (par le condensateur noté *accord THT* sur le schéma). Cet enroulement peut être considéré comme le primaire du *transformateur ligne,*
- avec les enroulements produisant la THT,
- avec les enroulements produisant les tensions *auxiliaires.*

Une surcharge ou un court-circuit sur l'un des ces enroulements est donc répercuté sur l'enroulement {4 ; 6}.

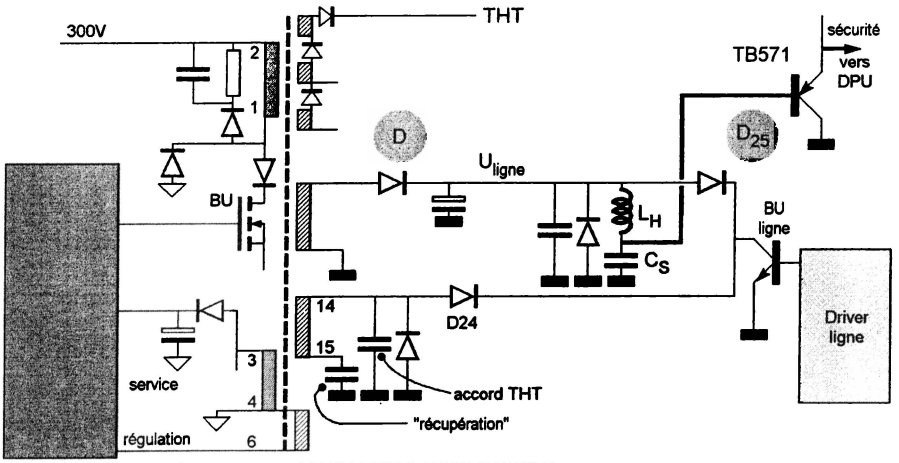


Fig. 44 : Puissance ligne et accord THT, EURO-DIGI (NOKIA).

SYNTHÈSE

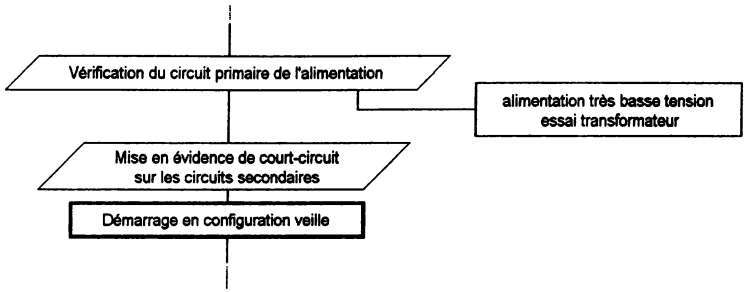
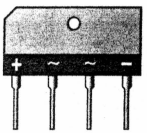
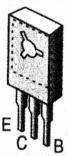
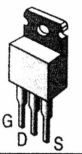
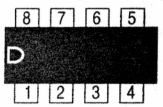
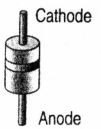
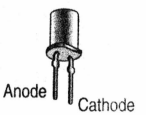
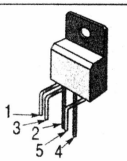
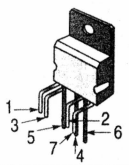
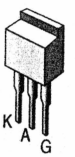
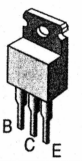
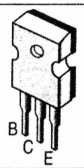
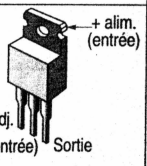
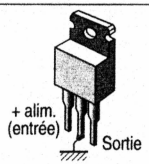
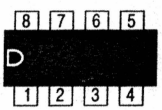
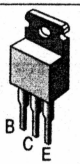
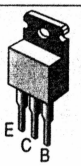
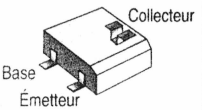
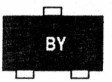
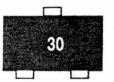
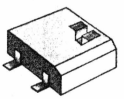
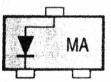
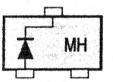
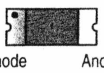
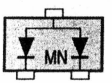
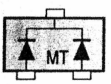
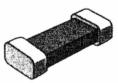
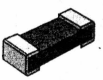
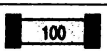
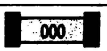


Fig. 45 : Dans tous les cas, l'étude des documents fournis par le constructeur est primordiale.

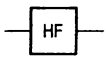
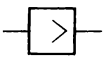
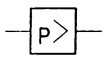
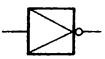
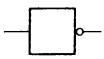
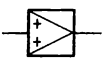
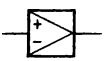
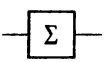
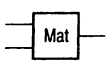
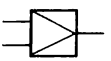
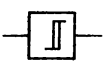
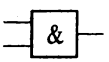
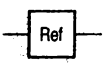
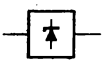
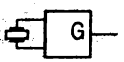
ANNEXE 1
BROCHAGE DES TRANSISTORS ET COMPOSANTS DISCRETS USUELS

			
Pont redresseur	Régulateur 78 L 05 78 L 12	BD139 BD561 G BD785	MOS de puissance BUK455 BUZ91 A
			
Repérage des broches	Diode	LED	Repérage des broches
			BDX53 A BDX54 A BUT11 BUT11 A BUX84 BUX85 BU508 BU806 BU807
TDA 8138 A TDA 8179 S TDA 8170	ESM 740	BU ligne BU alimentation	
			7805 7806 7809 7812 7815 7824 SFC28**
S2000 AF S2055 AF	Régulateur LM337	Régulateur 78**	
			
TDA 4605 TEA 2114	BD244	TFK227 GF759	

	BC237 B BC238 BC307 BC327 B	NPN NPN PNP PNP		BC368 BF422 BF423	NPN NPN PNP
	BC328-40 BC337-40 BC338 BC547 B, C BC548 B, C BC557 BC558	PNP NPN NPN NPN NPN PNP PNP		BF198 BF199 BF926 BF959	NPN NPN PNP NPN
	BC547 ⇔ BC847 BC557 ⇔ BC857 2N2222 ⇔ BSR 14 2N2907 ⇔ BSR 16				
Transistor	Équivalence		2 SC 3395	2 SK 621	
					
Transistor	Transistor		MA 704	MA151 A	MA 151 K
					
LED			MA151 WA	MA151 WK	
					
Résistance : les valeurs sont marquées en clair			Condensateur céramique	Condensateur au tantale	

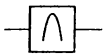
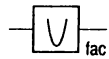
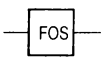
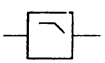
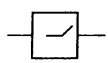
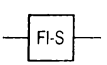
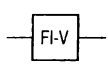
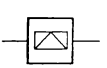
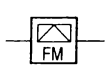
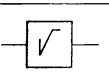
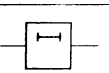
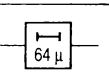
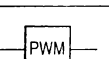
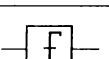
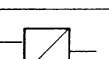
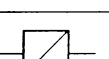
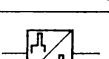
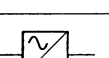
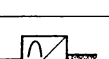
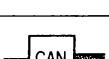
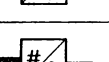
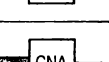
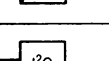
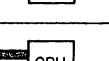
Résistance "chip"	1er chiffre	2ème chiffre	Multiplicateur	Résistance
	4	7	00	4,7 kΩ
	1	0	--	10 Ω
	0	0	--	0 Ω, strap

ANNEXE 2
RÉCAPITULATIF DES PRINCIPAUX SYMBOLES UTILISÉS

	Antenne		Antenne (variante)
	Amplificateur et filtre passe-bande haute fréquence		
	Amplificateur "driver"		
	Amplificateur (variante)		Amplificateur de puissance
	Amplificateur inverseur		Inverseur (variante)
	Amplificateur sommateur ou comparateur (selon le contexte)		
	Amplificateur soustracteur ou comparateur (selon le contexte)		
	Additionneur, matrice		Matrice (fonction réciproque)
	Comparateur de tension ou amplificateur		
	Circuit de mise en forme, circuit à seuil		Fonction ET
	Référence de tension		(variante)
	Générateur de signaux rectangulaires		Oscillateur à quartz, horloge

	Générateur de signaux sinusoïdaux		Oscillateur (variante)
	Générateur de signaux en dent de scie ou rampe de tension		
	Générateur de sous-porteuse 4,250 MHz		Générateur de sous-porteuse 4,406 MHz
	Oscillateur local, fréquence de l'oscillateur local		
	"voltage controled oscillator", commandé par une tension		
	Générateur de caractères, "on screen display"		
	Diviseur de fréquence ligne par "n"		
	Diviseur de fréquence ligne par 2		Diviseur de fréquence (symbole général)
	Comparateur de phase		Comparateur de phase (variante)
	Filtre passe-bas "low pass filter"		Filtre passe-bas (variante)
	Filtre passe-bande "lband pass filter"		Filtre passe-bande (variante)
	Filtre passe-haut "high pass filter"		Filtre passe-haut (variante)
	Filtre coupe-bande, par exemple, filtre "trappe" SECAM centré sur 4,286 MHz		
	Filtre coupe-bande, par exemple, filtre réjecteur PAL centré sur 4,43 MHz		

Récapitulatif des principaux symboles utilisés

	Filtre cloche SECAM, centré sur 4,286 MHz, "bell filter"		Filtre "anti-cloche" SECAM, "anti bell filter"
	Filtre à onde de surface, filtre céramique		
	Filtre de désaccentuation, filtre passe-bas		Filtre d'accentuation, filtre passe-haut
	Fréquence intermédiaire, voie audio (son)		Fréquence intermédiaire, voie vidéo
	Démodulateur (symbole général)		Démodulateur FM
	Limiteur, écrêteur		
	Ligne à retard (symbole général)		Ligne à retard 64 µs
	"pulse wave modulator" rapport cyclique variable		Modulateur de phase (variante)
	Transposeur, mélangeur, modulateur (selon contexte)		
	Extracteur trieur		Extracteur de "burst key" (par exemple)
	Convertisseur alternatif → continu		
	Convertisseur analogique → numérique		Convertisseur (variante)
	Convertisseur numérique → analogique		Convertisseur (variante)
	Interface de bus série synchrone type I²C		"central processing unit" unité centrale

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Cours de télévision, U. ALLAEYS, *Eyrolles Éditeur*, Paris.
Digital Signal Processing, C. MARVEN & G. EWERS, *Édition Texas Instruments*, Oxford.
La télévision en couleurs, J. HERBEN, *Dunod*, Paris (4 tomes).

TOME 1

Gestion à µC

PHILIPS	Bus I2C	
GRUNDIG	CUC3000	Instructions de service du châssis CUC3000
INTERMETAL	IM bus	

Commutations audio-vidéo

SONY	AE-2	*Service manual* du châssis AE-2
PHILIPS	FL1.*	*Service manual* du châssis FL1.1

Traitement vidéo

PHILIPS	GR2.*	Documents de cours du châssis GR2.1
THOMSON	ICC7	Guide technique du châssis ICC7
NOKIA (OCEANIC)	EURO-DIGI	Dossier technique du châssis EURO-DIGI
THOMSON	IDC2	Guide technique du châssis IDC2
PHILIPS	FL1.*	Résumé de cours du châssis FL1.100Hz
GRUNDIG	CUC4400	Instructions de service du châssis CUC4400

TOME 2

Alimentation à découpage

NOKIA (OCEANIC)	EURO-DIGI	Dossier technique du châssis EURO-DIGI
THOMSON	ICC4	Documentation technique du châssis ICC4

GRUNDIG	CUC44**, CUC53**	Instructions de service des châssis CUC****
THOMSON	IKC2	Documentation technique du châssis IKC2
THOMSON	ICC7	Guide technique du châssis ICC7
THOMSON	ICC9	Documentation technique du châssis ICC9
PHILIPS	G90-G110	*Service manual* des châssis G90-G110
PHILIPS	GR2.*	Documents de cours du châssis GR2.1
PHILIPS	FL1.*	*Service manual* du châssis FL1.1

Fonction service, générateur petits signaux

PHILIPS	TDA2579	Manuel technique - RTC -
THOMSON	ICC7	Documentation technique du châssis ICC7
THOMSON	IDC2	Documentation technique du châssis IDC2

Balayage ligne et circuits associés

THOMSON	ICC4	Documentation technique du châssis ICC4
THOMSON	ICC9	Documentation technique du châssis ICC9
NOKIA (OCEANIC)	EURO-DIGI	Dossier technique du châssis EURO-DIGI
THOMSON	ICC7	Guide technique du châssis ICC7
PHILIPS	FL1.*	*Service manual* du châssis FL1.1
THOMSON	IDC2	Guide technique du châssis IDC2
GRUNDIG	CUC4400	Instructions de service du châssis CUC4400

Balayage trame et circuits associés

THOMSON	ICC7	Documentation technique du châssis ICC7
GRUNDIG	CUC4400	Instructions de service du châssis CUC4400
OCEANIC	« faible consommation »	Dossier technique du châssis
PHILIPS	FL1.*	*Service manual* du châssis FL1.1
THOMSON	ICC3	Guide technique du châssis ICC3

Cours *de* TÉLÉVISION

Tome 2 Alignement à découpage, balayage ligne et trame

Cet ouvrage en deux volumes explique le principe des techniques mises en œuvre dans les récepteurs de télévision les plus récents du marché.

L'évolution des produits ne permet plus qu'on ignore les concepts mis en place en matière de fonctions ou de circuits. L'ouvrage met en évidence les nouveaux modes de fonctionnement des divers composants du téléviseur. Les principaux circuits actuellement utilisés en télévision sont dépouillés et analysés. Les mesures et oscillogrammes pertinents, réalisés sur châssis, permettent au lecteur de se construire des points de repère. L'analyse de pannes met en œuvre des instruments de diagnostic, dans la mesure où le lecteur est amené à intervenir sur le téléviseur.

Dans cet ouvrage, l'auteur s'adresse aux techniciens et aux étudiants préparant les métiers de l'installation, de la maintenance des matériels audiovisuels et multimédia ainsi qu'aux métiers relatifs à la production industrielle. L'amateur « éclairé » y trouvera matière à réflexion.

Cours de Télévision

Tome 1 • Réception, norme, gestion, traitement vidéo

9 782100 028337

Code 042833
ISBN 2 10 002833 2